



**REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA**

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia, berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta yaitu Undang-Undang tentang perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra (tidak melindungi hak kekayaan intelektual lainnya), dengan ini menerangkan bahwa hal-hal tersebut di bawah ini telah tercatat dalam Daftar Umum Ciptaan:

- I. Nomor dan tanggal permohonan : EC00201702043, 6 Juli 2017
- II. Pencipta
Nama : **Adam Malik**
Alamat : Kp. Cijalupang RT 002 RW 006 Desa Waluya Kecamatan Cicalengka , Bandung, JAWA BARAT, 40395
Kewarganegaraan : Indonesia
- III. Pemegang Hak Cipta
Nama : **Adam Malik**
Alamat : Kp. Cijalupang RT 002 RW 006 Desa Waluya Kecamatan Cicalengka Kabupaten Bandung , Bandung, JAWA BARAT, 40395
Kewarganegaraan : Indonesia
- IV. Jenis Ciptaan : Karya Tulis
- V. Judul Ciptaan : **Model Pembelajaran Berbasis Fenomena untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Sikap Ilmiah Mahasiswa pada Mata Kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa**
- VI. Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : 6 Juli 2017, di Bandung
- VII. Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.
- VIII. Nomor pencatatan : 02728

Pencatatan Ciptaan atau produk Hak Terkait dalam Daftar Umum Ciptaan bukan merupakan pengesahan atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang dicatat. Menteri tidak bertanggung jawab atas isi, arti, maksud, atau bentuk dari Ciptaan atau produk Hak Terkait yang terdaftar. (Pasal 72 dan Penjelasan Pasal 72 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta)

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
u.b.
DIREKTUR HAK CIPTA DAN DESAIN INDUSTRI

Dr. Dra. Erni Widhyastari, Apt., M.Si.
NIP. 196003181991032001

**MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS FENOMENA
UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP
DAN SIKAP ILMIAH MAHASISWA
PADA MATA KULIAH ILMU PENGETAHUAN BUMI
ANTARIKSA**



Oleh:
Adam Malik, M.Pd
NIP: 198210112011011006

**Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
UIN Sunan Gunung Djati Bandung
2017**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang diiringi ucapan puji dan syukur atas rahmat dan karunia-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini dengan judul: Model Pembelajaran Berbasis Fenomena untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Sikap Ilmiah Mahasiswa pada Mata Kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa.

Laporan penelitian ini, penulis dapat selesaikan karena adanya bantuan, dorongan, serta dukungan yang sangat berharga dari berbagai pihak. Semoga pengorbanan waktu, tenaga, dan pikiran yang telah diberikan oleh semua pihak yang turut membantu penulis mendapat balasan pahala yang setimpal dari Allah SWT.

Akhirul kata penulis harapkan mudah-mudahan laporan penelitian ini tidak mengecewakan dan dapat memberikan sumbangan pemikiran.

Bandung, Juli 2017

Penulis

Model Pembelajaran Berbasis Fenomena untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Sikap Ilmiah Mahasiswa pada Mata Kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa

Adam Malik
Program Studi Pendidikan Fisika

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa, sikap ilmiah mahasiswa dan tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa. Metode penelitian yang digunakan adalah quasi eksperimen. Instrumen yang digunakan terdiri dari tes pemahaman konsep, *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS) dan angket tanggapan mahasiswa. Subjek penelitian adalah mahasiswa semester VI Prodi Pendidikan Fisika angkatan 2012/2013 yang mengikuti kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa dengan sampel kelas A dengan jumlah mahasiswa 40 orang. Sampel dipilih menggunakan teknik *simple random sampling*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan pemahaman konsep dengan *N-gain* sebesar 0,61 dengan interpretasi sedang, sikap ilmiah mahasiswa mengalami peningkatan ke arah yang positif dan memberikan tanggapan yang positif terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran *berbasis fenomena* dapat meningkatkan pemahaman konsep dan sikap ilmiah mahasiswa pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa.

Kata kunci: pemahaman konsep, sikap ilmiah, model pembelajaran berbasis fenomena

Abstract

This study aims to improve understanding of the concept of student, scientific attitude of students and student responses to the application-based learning model phenomena in the course of Earth Space Science. The method used was quasi experimental. The instrument used consisted of a test understanding of concepts, The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics (E-CLASS) and the questionnaire responses of students. Subjects were students of sixth semester 2012/2013 Prodi Pendidikan Physical force is attending Space Sciences Earth with samples of class A with a number of students 40 people. The sample was selected using simple random sampling technique. The results showed there is an increased understanding of the concept of the N-gain of 0.61 with a moderate interpretation, scientific attitude of students has increased in a positive direction and give a positive response to the application of the phenomenon-based learning model. It can be concluded that the phenomenon-based learning model can improve the understanding of scientific concepts and attitudes of students in the course of Earth Space Science.

Key words: *understanding of the concept, scientific attitude phenomenon-based learning model*

DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	i
PERNYATAAN BEBAS DARI DUPLIKASI	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Batasan dan Perumusan Masalah	6
C. Definisi Operasional	7
D. Tujuan Penelitian	9
E. Manfaat Penelitian	10
BAB II PENINGKATAN PEMAHAMAN KONSEP DAN SIKAP ILMIAH MAHASISWA DENGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS FENOMENA	12
A. Tinjauan Pustaka	12
1. Model pembelajaran berbasis fenomena	12

2. Pemahaman konsep	17
3. Sikap ilmiah	23
4. Mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa ...	27
B. Kerangka Berpikir	75
1. Teori konstruktivisme	75
2. Teori penemuan Bruner	76
3. Teori pemrosesan informasi	78
C. Hasil Penelitian yang Relevan	79
D. Asumsi dan Hipotesis Penelitian	80
BAB III METODE PENELITIAN	82
A. Metode dan Desain Penelitian	82
B. Sumber Data	82
C. Jenis Data	83
D. Instrumen Penelitian	83
E. Prosedur Penelitian	86
F. Teknik Pengumpulan Data	88
G. Pengolahan dan Analisis Data	89
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN..	92
A. Kondisi Umum	92
1. Pemahaman konsep mahasiswa	92
2. Sikap ilmiah mahasiswa	92

3. Tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena	93
B. Hasil Penelitian	94
1. Pemahaman konsep mahasiswa	94
2. Sikap ilmiah mahasiswa.....	99
3. Tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena	105
C. Pembahasan	107
1. Pemahaman konsep mahasiswa	107
2. Sikap ilmiah mahasiswa	112
3. Tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena	113
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	116
A. Kesimpulan	116
B. Saran	117
DAFTAR PUSTAKA.....	118

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Sintaks Pembelajaran Berbasis Masalah	15
Tabel 2.2 Komposisi Udara Kering di Atmosfer Bagian Basah	46
Tabel 3.1 Desain Penelitian	82
Tabel 3.2 Teknik Pengumpulan Data	89
Tabel 3.3 Nilai Gain yang Dinormalisasi dan Klasifikasinya	90
Tabel 4.1 Hasil Uji Normalitas Skor <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Pemahaman Konsep Mahasiswa	97
Tabel 4.2 Hasil Analisis Uji- <i>t</i> Rata-rata <i>Posttest</i> dan <i>Pretest</i> Pemahaman Konsep Mahasiswa	98
Tabel 4.3 Sikap Ilmiah Mahasiswa Sebelum Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena.....	100
Tabel 4.4 Sikap Ilmiah Mahasiswa Setelah Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena.....	102
Tabel 4.5 Tanggapan Mahasiswa terhadap Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena.....	105

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1. Gambar Siklus Hidrologi Kecil	39
Gambar 2.2. Gambar Siklus Hidrologi Sedang	39
Gambar 2.3. Gambar Siklus Hidrologi Besar	40
Gambar 2.4. Siklus Siklon Tropis	66
Gambar 4.1 Rata-rata Skor <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> Pemahaman Konsep Mahasiswa	95
Gambar 4.2 Rata-rata N-Gain Setiap Indikator Pemahaman Konsep.....	96

DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran I Soal Pemahaman Konsep Mahasiswa	122
Lampiran II <i>The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics (E-CLASS)</i>	124
Lampiran III Angket Tanggapan Mahasiswa terhadap Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena.....	126
Lampiran IV Data <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> Pemahaman Konsep Mahasiswa	128
Lampiran V Data <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> Setiap Indikator Pemahaman Konsep Mahasiswa	129
Lampiran VI Uji Normalitas Pemahaman Konsep Mahasiswa	133
Lampiran VII Uji Uji T Pemahaman Konsep Mahasiswa	134

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Telah menjadi fenomena umum bahwa sains, terutama fisika, dianggap sebagai pelajaran yang sulit dan tidak disukai, diketahui dari rata-rata nilai mata pelajaran sains yang cenderung rendah (Setiawan, 2006). Selain banyak konsep yang abstrak untuk memahami fisika diperlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi serta kemampuan matematika sebagai alat bantu. Selain itu, istilah-istilah yang digunakan dalam bidang fisika seringkali dimaknai secara khusus yang berbeda dengan istilah yang sama dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan kenyataan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran tradisional dianggap sudah tidak sesuai digunakan dalam pembelajaran yang menekankan pemahaman konsep. Untuk menyikapi persoalan tersebut, agar mahasiswa dapat menguasai konsep-konsep fisika dengan baik, maka diperlukan proses pembelajaran yang tepat dan efektif. Artinya, pembelajaran tersebut harus tepat dengan karakteristik materi dan efektif dalam penyampaian sehingga tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai. Begitu pula, dengan proses

pembelajaran Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa (IPBA) memerlukan pendekatan yang tepat agar mahasiswa mampu memahami konsep agar dapat diaplikasikan dalam kehidupan.

Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa (IPBA) adalah ilmu yang mempelajari bumi dalam tata surya dan lapisan-lapisannya dari pusat bumi sampai puncak atmosfer atau rumbai-rumbai bumi (Tjasyono, 2009). IPBA merupakan salah satu mata kuliah yang diajarkan pada Program Studi Pendidikan Fisika. Standar kompetensi yang diharapkan dari mata kuliah ini adalah mahasiswa memiliki kemampuan dalam memahami konsep yang berkaitan dengan bumi dan antariksa, dengan dilandasi sikap ilmiah dan semangat nilai-nilai keislaman (memadukan ayat Kauniah dan Qur'aniah).

IPBA berkaitan dengan konsep-konsep tertentu, terdapat beberapa kejadian atau fenomena yang dapat dipelajari oleh mahasiswa selama pembelajaran. Hal ini dapat dimanfaatkan oleh dosen dalam meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa, yaitu melalui pendekatan pembelajaran berbasis fenomena. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa selama ini mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam memahami suatu konsep dikarenakan mahasiswa belum menemukan atau kurang memperhatikan fenomena yang terkait dengan keberadaan dan hakikat konsep tersebut. Mahasiswa hanya terpaku untuk

mengetahui suatu hukum atau prinsip namun tidak mengetahui bagaimana hukum atau prinsip tersebut muncul melalui suatu fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Terdapat empat komponen utama yang harus dicapai oleh mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan IPBA. Keempat komponen tersebut yaitu pemahaman, keterampilan, kemampuan, dan sikap ilmiah. Diharapkan, ketika semua komponen tersebut dikuasai oleh mahasiswa, dapat memberi manfaat pada mereka untuk menambah wawasan, meningkatkan pola pikir dan sikap ilmiah para mahasiswa untuk bekal yang dapat diaplikasikan di masyarakat.

Sikap pribadi dan keyakinan terhadap pembelajaran dapat mempengaruhi cara pendekatan siswa dalam mempelajari subjek, sebagai hasilnya, evaluasi sikap dan bagaimana perubahan tersebut dari waktu ke waktu menjadi makin umum ditemui (Slaughter, Bates, Galloway, 2011). Hal ini diperkuat oleh pendapat Kaya dan Boyuk (2011) yang mengatakan agar mahasiswa dapat mengembangkan penelitian, bertanya, berpikir kritis, memecahkan masalah, dan keterampilan pengambilan keputusan, sehingga mereka menjadi individu yang belajar sepanjang hidup, harus ditingkatkan pengetahuan, pemahaman dan sikap terhadap sains.

Kenyataan yang ditemui dalam studi pendahuluan pada perkuliahan IPBA di Prodi Pendidikan Fisika belum seperti yang diharapkan. Padahal hasil analisis silabus dan SAP mata kuliah IPBA, untuk pemahaman konsep dan sikap ilmiah secara eksplisit dijadikan sebagai standar kompetensi yang diharapkan. Kegiatan perkuliahan masih cenderung didominasi menggunakan metode ceramah dengan media pembelajaran berupa power point.

Berangkat dari pemikiran tersebut, maka dalam penelitian ini diuji cobakan suatu model pembelajaran berbasis fenomena untuk meningkatkan pemahaman konsep dan sikap ilmiah mahasiswa. Model pembelajaran berbasis fenomena ini diadopsi dari model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM atau *Problem Based Learning*) yang merupakan bagian dari pembelajaran kontekstual. Fenomena IPBA yang dijadikan dasar pengamatan berupa fenomena-fenomena fisis yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari dan fenomena yang terdapat di alam semesta yang dapat dilihat oleh panca indera ataupun divisualisasai dengan bantuan media virtual dan dimodifikasi dengan alat-alat sederhana yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

Wells, Hestenes dan Swackhamer (1995) mengemukakan bahwa melalui metode pemodelan dalam pengajaran fisika

dengan mengkonstruksi dan menggunakan model sains, siswa dapat menggambarkan, menjelaskan, memprediksi dan menguasai fenomena fisika. Fakta menunjukkan bahwa metode pemodelan menghasilkan peningkatan gain yang lebih tinggi dibandingkan metode pengajaran alternatif.

Materi IPBA yang digunakan dalam penelitian ini adalah litosfer, hidrosfer, atmosfer dan bencana alam. Pemilihan materi tersebut dilakukan karena banyak dijumpai dalam kehidupan sehari-hari mahasiswa, namun tidak jarang mereka mengalami kesulitan dalam memahami fenomena-fenomena yang berkaitan dengan berbagai konsep dalam materi tersebut.

Penelitian mengenai penerapan model berbasis fenomena dalam perkuliahan di Perguruan Tinggi masih dirasakan kurang. Pelaksanaan perkuliahan IPBA dengan menerapkan model berbasis fenomena di Prodi Pendidikan Fisika tentunya diharapkan dapat memberi bekal pemahaman konsep, keterampilan dan sikap bagi mahasiswa. Melalui pemahaman konsep, keterampilan dan sikap mahasiswa, diharapkan nilai intelektual dan kecerdasan berkembang dengan baik, selalu menggunakan akalnya untuk memahami berbagai fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

Setelah mempertimbangan latar belakang dan beberapa pendapat di atas, peneliti mengajukan sebuah studi yang

berjudul “*Model Pembelajaran Berbasis Fenomena untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Sikap Ilmiah Mahasiswa pada Mata Kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa*”.

B. Pembatasan dan Perumusan Masalah

Untuk menghindari meluasnya permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini, masalah penelitian dibatasi dengan pembatasan sebagai berikut:

1. Subyek penelitian adalah mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika tahun perkuliahan 2014/2015, Pendidikan MIPA Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Gunung Djati Bandung.
2. Konsep IPBA yang diteliti dibatasi pada litosfer, hidrosfer, atmosfer dan bencana alam.
3. Variabel penelitian yang akan diukur dan dianalisis adalah pemahaman konsep dan sikap ilmiah mahasiswa terhadap penggunaan model pembelajaran berbasis fenomena.

Berdasarkan uraian latar belakang dan agar penelitian ini mencapai sasaran sesuai dengan tujuan yang ditetapkan, maka perlu dirumuskan apa yang menjadi permasalahannya. Rumusan masalah secara umum adalah Apakah penerapan

model pembelajaran berbasis fenomena dapat meningkatkan pemahaman konsep dan sikap ilmiah mahasiswa pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa?

Untuk memfokuskan masalah tersebut, maka diuraikan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Apakah terdapat peningkatan pemahaman konsep mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa?
2. Apakah terdapat peningkatan sikap ilmiah mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa?
3. Bagaimana tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa?

C. Definisi Operasional

Untuk menghindari adanya salah pemaknaan dari setiap istilah yang digunakan dalam penelitian ini, maka secara operasional istilah-istilah tersebut didefinisikan seperti berikut:

1. Model pembelajaran berbasis fenomena didefinisikan sebagai suatu pembelajaran IPBA yang didasarkan pada

kejadian atau fenomena IPBA yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Model ini menitik beratkan pada lima tahapan sebagai berikut: (1) orientasi mahasiswa pada pengamatan fenomena; (2) mengorganisasi mahasiswa untuk belajar; (3) membimbing penyelidikan individu atau kelompok; (4) menyajikan hasil penyelidikan; (5) memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk mengkomunikasikan kesimpulan hasil eksperimen, serta menganalisis dan mengevaluasi suatu fenomena fisika. Keterlaksanaan aktivitas dosen dan mahasiswa pada model pembelajaran diamati oleh observer dengan menggunakan lembar observasi.

2. Pemahaman konsep diartikan apabila mahasiswa dapat mengontruksikan makna dari pesan-pesan pembelajaran, baik yang bersifat lisan, tulisan, maupun grafis yang disampaikan melalui pengajaran, buku atau layar komputer. Indikator pemahaman konsep pada penelitian ini didasarkan pada aspek memahami dari domain kognitif Bloom yang direvisi yang meliputi: (1) menafsirkan; (2) mencontohkan; (3) mengklasifikasikan; (4) merangkum; (5) menyimpulkan; (6) membandingkan (7) menjelaskan. Pemahaman konsep mahasiswa diukur dengan menggunakan tes tertulis

berbentuk uraian yang mencakup indikator-indikator pemahaman konsep.

3. Sikap ilmiah adalah kecenderungan individu untuk memahami, merasakan, bereaksi dan berperilaku terhadap suatu objek yang merupakan hasil dari interaksi komponen kognitif, afektif dan konatif. Indikator untuk menilai sikap menggunakan angket yang berstandar dan berlaku internasional yaitu *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS).
4. Mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa (IPBA) merupakan mata kuliah yang diajarkan pada mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika semester VI yang dalam penelitian ini dibatasi pada materi litosfer, hidrosfer, atmosfer dan bencana alam.

D. Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah di atas, maka penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui:

1. Peningkatan pemahaman konsep mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa.

2. Peningkatan sikap ilmiah mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa Tanggapan
3. Tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk memperbaiki kualitas proses dan hasil perkuliahan Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa dalam upaya meningkatkan pemahaman konsep dan sikap ilmiah mahasiswa.

2. Manfaat praktis

Adapun manfaat praktis dari penelitian ini yaitu:

- a. Bagi mahasiswa, melalui penggunaan model pembelajaran berbasis fenomena ini lebih dapat meningkatkan motivasi belajar, pemahaman konsep dan memiliki sikap ilmiah sehingga mampu memahami berbagai fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

- b. Bagi dosen, untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang penerapan model pembelajaran berbasis fenomena di dalam kelas, sehingga dapat menambah wawasan dosen untuk melaksanakan perkuliahan Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa di perguruan tinggi dalam rangka mengembangkan dan menanamkan pemahaman dan sikap ilmiah mahasiswa terkait dengan belajar melalui berbagai fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.
- c. Bagi peneliti lain, temuan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai langkah awal untuk kegiatan penelitian lebih lanjut.

BAB II

PENINGKATAN PEMAHAMAN KONSEP DAN SIKAP ILMIAH MAHASISWA DENGAN MODEL PEMBELAJARAN BERBASIS FENOMENA

A. Tinjauan Pustaka

1. Model pembelajaran berbasis fenomena

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia fenomena merupakan hal-hal yang dapat disaksikan dengan pancaindra dan dapat diterangkan serta dinilai secara ilmiah (seperti fenomena alam). Allah SWT menuntut manusia untuk mempelajari fenomena alam sebagaimana tercantum dalam Q.S. Az-zumar ayat 21:

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَسَلَكَهُ يَنَابِيعَ فِي الْأَرْضِ ثُمَّ
يُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهُ ثُمَّ يَهِيجُ فَتَرَاهُ مُصْفَرًّا ثُمَّ يَجْعَلُهُ
حُطَامًا إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرَى لِأُولِي الْأَلْبَابِ

Artinya:

“Apakah engkau tidak memperhatikan, bahwa Allah menurunkan air dari langit, lalu diaturnya menjadi sumber-sumber air di bumi, kemudian dengan air-air itu ditumbuhkan-Nya tanaman-tanaman yang bermacam-macam warnanya, kemudian menjadi kering, lalu engkau

melihatnya kekuning-kuningan, kemudian dijadikannya hancur berderai-derai. Sungguh pada yang demikian itu terdapat pelajaran bagi orang-orang yang memiliki akal sehat”.

Berdasarkan ayat di atas manusia yang telah diberi pengetahuan dituntut untuk mengamati dan mempelajari berbagai fenomena yang terjadi di alam. Salah satu penerapan dari ayat di atas dengan menggunakan model pembelajaran berbasis fenomena pada perkuliahan IPBA. Mahasiswa pada pembelajaran tersebut diarahkan untuk mengamati dan mendapatkan pengalaman belajar dari berbagai fenomena fisis yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari dan fenomena yang terdapat di alam semesta yang dapat dilihat oleh pancaindra ataupun divisualisasai dengan bantuan media virtual dan dimodifikasi dengan alat-alat sederhana yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari.

Model pembelajaran berbasis fenomena didasarkan pada pengamatan suatu fenomena IPBA. Dalam pembelajaran tersebut, mahasiswa mengamati gejala atau peristiwa yang muncul pada suatu fenomena yang ada, kemudian menjelaskan berbagai faktor penyebab terjadinya fenomena tersebut. Model pembelajaran berbasis fenomena ini

diadopsi dari model pembelajaran berbasis masalah (PBM) dimana yang menjadi permasalahannya berupa fenomena fisika.

Pembelajaran berbasis masalah merupakan salah satu model pembelajaran dan strategi pembelajaran *contextual learning* (CTL), yang dikembangkan dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah. Pembelajaran berbasis masalah ini banyak dikembangkan berdasarkan pandangan konstruktif-kognitif dari Piaget.

Arends (1997, dalam Trianto, 2007) menjelaskan pembelajaran berdasarkan masalah merupakan suatu pendekatan pembelajaran dimana siswa mengerjakan permasalahan yang otentik dengan maksud untuk menyusun pengetahuan mereka sendiri, mengembangkan inkuiri dan keterampilan berpikir tingkat lebih tinggi, mengembangkan kemandirian dan percaya diri.

Model PBM mempunyai ciri-ciri sebagai berikut: (1) pengajuan pertanyaan atau masalah, (2) berfokus pada keterkaitan antardisiplin, (3) penyelidikan autentik, (4) menghasilkan produk dan memamerkannya, dan (5) kolaborasi (Arends, 2001, dalam Trianto, 2007). Adapun sintaks dari model pembelajaran berbasis masalah dipaparkan dalam Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1. Sintaks Pembelajaran Berbasis Masalah

Fase	Aktivitas Guru
Fase 1 Mengorientasikan siswa pada masalah	Menjelaskan tujuan pembelajaran, logistik yang diperlukan, memotivasi siswa terlibat aktif pada aktivitas pemecahan masalah yang dipilih
Fase 2 Mengorganisasi siswa untuk belajar	Membantu siswa mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah yang dihadapi
Fase 3 Membimbing penyelidikan individu maupun kelompok	Mendorong siswa mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen, dan mencari untuk penjelasan dan pemecahan
Fase 4 Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Membantu siswa merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan, video, dan model, dan membantu mereka untuk berbagi tugas dengan temannya
Fase 5 Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah	Membantu siswa melakukan refleksi terhadap penyelidikan dan proses-proses yang digunakan selama berlangsungnya pemecahan masalah

Pembelajaran berbasis fenomena dikembangkan atau diadopsi dari model pembelajaran berbasis masalah, diawali dengan pengamatan fenomena dan diakhiri dengan analisis dan menjelaskan fenomena fisika. Beberapa karakteristik model

pembelajaran berbasis fenomena yang diadopsi dari model pembelajaran berbasis masalah seperti *student centered*, guru sebagai fasilitator, sistem kolaboratif dan proses konstruksi pengetahuan oleh siswa. Berikut dipaparkan sintak model pembelajaran berbasis fenomena (Trianto, 2007):

Tahap pertama, adalah proses orientasi mahasiswa pada fenomena. Dosen pada tahap ini menyajikan fenomena fisis yang sering terjadi dan dijumpai di alam atau pada produk teknologi yang sesuai dengan materi ajar.

Tahap kedua, mengorganisasi mahasiswa untuk belajar. Dosen pada tahap ini membagi mahasiswa ke dalam kelompok kecil, menjelaskan logistik yang diperlukan untuk proses penyelidikan, membagi Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM) dan memberikan penjelasan mengenai hal-hal yang perlu diperhatikan dalam proses penyelidikan.

Tahap ketiga, membimbing penyelidikan individu atau kelompok. Dosen pada tahap ini membimbing mahasiswa untuk mengumpulkan informasi yang dibutuhkan, melaksanakan penyelidikan untuk mendapatkan penjelasan mengenai fenomena yang disajikan di awal.

Tahap keempat, dosen pada tahap ini membimbing mahasiswa untuk melakukan diskusi kelompok dalam

mengerjakan LKM dan memberikan kesempatan mahasiswa untuk mempresentasikan hasil penelitiannya.

Tahap kelima, menganalisis dan mengevaluasi penjelasan fenomena yang disajikan pada tahap pertama. Dosen pada tahap ini memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk menjelaskan kembali fenomena yang disajikan di awal sebagai evaluasi dari hasil pembelajaran dan memberikan koreksi dan memberikan penguatan, serta melakukan refleksi terhadap pembelajaran.

Pembelajaran berbasis fenomena ini digunakan untuk meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa terhadap materi IPBA. Pembelajaran ini dilakukan melalui pendekatan pembelajaran kontekstual, dimana mahasiswa dilibatkan secara penuh dalam proses pembelajaran. Belajar dalam konteks pembelajaran kontekstual bukan hanya sekedar mendengarkan dan mencatat, tetapi belajar adalah proses pengalaman secara langsung. Melalui proses berpengalaman tersebut diharapkan perkembangan keilmuan mahasiswa terjadi secara utuh, tidak hanya berkembang dalam aspek kognitif saja, tetapi juga aspek afektif dan psikomotor.

2. Pemahaman konsep

Pemahaman konsep memiliki arti yaitu pengertian yang benar terhadap suatu rancangan atau ide abstrak. Hal

tersebut ditunjukkan dengan kemampuan siswa untuk dapat memahami suatu ide yang terkandung dalam kegiatan komunikasi dan penyampaian informasi baik dalam bentuk lisan maupun tulisan serta verbal ataupun simbolik secara mandiri oleh siswa dengan menggunakan bahasanya sendiri (Rachman, 2013).

Mahasiswa dapat dikatakan memahami apabila mereka dapat mengonstruksikan makna dari pesan-pesan pembelajaran, baik yang bersifat lisan, tulisan, maupun grafis yang disampaikan melalui pengajaran, buku atau layar komputer (Anderson, 2010).

Menurut Susilawati (2010) dalam Damayanti (2012) kategori pemahaman dalam mata pelajaran MIPA terdiri dari tiga kategori, yaitu sebagai berikut:

a. Pemahaman induktif

Pemahaman induktif terdiri dari pemahaman mekanikal, instrumental (melaksanakan perhitungan rutin), komputasional (algoritmik), *knowing how to* (menerapkan rumus pada kasus serupa).

b. Pemahaman deduktif

Pemahaman deduktif terdiri dari pemahaman rasional (membuktikan kebenaran), relasional (mengaitkan satu konsep dengan konsep lainnya), fungsional (mengerjakan

kegiatan matematika secara sadar), dan *knowing* (memperkirakan satu kebenaran tanpa ragu).

c. Pemahaman relasional

- 1) Kemampuan menyatakan ulang sebuah konsep yang telah dipelajari
- 2) Kemampuan mengklasifikasi objek-objek menurut sifat-sifat tertentu (sesuai dengan konsepnya) atau berdasarkan dipenuhi atau tidaknya persyaratan yang membentuk konsep tersebut
- 3) Kemampuan memberi contoh dan non-contoh dari konsep yang telah dipelajari
- 4) Kemampuan menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis
- 5) Kemampuan mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup suatu konsep
- 6) Kemampuan menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu
- 7) Kemampuan mengaplikasikan konsep atau algoritma pemecahan masalah

Menurut Bloom (dalam Anderson, 2010) proses-proses kognitif dalam kategori memahami meliputi menafsirkan, mencontohkan, mengklasifikasikan, merangkum,

menyimpulkan, membandingkan, dan menjelaskan yang diuraikan sebagai berikut:

a) Menafsirkan

Proses menafsirkan terjadi apabila siswa dapat mengubah informasi dari satu bentuk ke bentuk lainnya. Proses menafsirkan dapat berupa perubahan kata-kata menjadi kata-kata lain, gambar dari kata-kata atau kata-kata jadi gambar, angka jadi kata-kata atau kata-kata jadi angka, not balok jadi suara musik, dan semacamnya. Nama-nama lain dari menafsirkan adalah menerjemahkan, memparafrasakan, menggambarkan, dan mengklarifikasi.

b) Mencontohkan

Proses mencontohkan terjadi manakala siswa memberikan contoh tentang konsep atau prinsip umum. Mencontohkan melibatkan proses identifikasi ciri-ciri pokok dari konsep atau prinsip umum. Nama lain untuk mencontohkan adalah mengilustrasikan dan memberi contoh.

c) Mengklasifikasikan

Proses mengklasifikasikan terjadi ketika siswa mengetahui bahwa sebuah contoh atau pernyataan termasuk dalam prinsip atau konsep tertentu. Mengklasifikasikan melibatkan proses mendeteksi dari

ciri-ciri atau pola-pola yang sesuai dengan contoh atau pernyataan dan prinsip atau konsep tersebut. Mengklasifikasikan merupakan proses kognitif yang melengkapi proses mencontohkan, mengklasifikasikan dimulai dengan memberikan contoh tertentu selanjutnya siswa di haruskan menemukan konsep atau prinsip umum. Nama-nama lain dari mengklasifikasikan yaitu mengategorikan dan mengelompokkan.

d) Merangkum

Proses kognitif merangkum terjadi ketika siswa mengemukakan satu kalimat yang merepresentasikan informasi yang diterima atau mengabstraksikan sebuah tema. Merangkum melibatkan proses membuat ringkasan informasi.

e) Menyimpulkan

Proses menyimpulkan menyertakan proses menemukan pola dalam sejumlah contoh. Menyimpulkan terjadi ketika siswa dapat mengabstraksikan sebuah konsep atau prinsip yang menerangkan contoh-contoh tersebut dengan mencermati ciri-ciri setiap contohnya dan yang terpenting dengan menarik hubungan diantara ciri-ciri tersebut. Proses menyimpulkan melibatkan proses kognitif membandingkan seluruh contohnya. Nama-nama lain dari

menyimpulkan adalah mengekstrapolasi, memprediksi, dan menyimpulkan.

f) Membandingkan

Proses membandingkan melibatkan proses mendeteksi persamaan dan perbedaan antara dua atau lebih objek, peristiwa, ide, masalah, atau situasi. Membandingkan meliputi pencarian korespondensi satu-satu antara elemen-elemen dan pola-pola pada satu objek, peristiwa, atau ide dan elemen-elemen dan pola-pola pada satu objek, peristiwa, atau ide lain. Nama-nama lain dari membandingkan adalah mengontraskan, memetakan dan mencocokkan.

g) Menjelaskan

Proses menjelaskan berlangsung ketika siswa dapat membuat dan menggunakan model sebab-akibat dalam sebuah sistem. Menjelaskan ini dapat diturunkan dari teori atau didasarkan dari hasil penelitian atau pengalaman. Penjelasan yang lengkap melibatkan proses membuat model sebab-akibat yang mencakup setiap bagian pokok dari suatu sistem atau setiap peristiwa yang penting dari suatu rangkaian peristiwa. Nama lain dari menjelaskan adalah membuat model. Dalam proses menjelaskan, siswa

diberi gambaran tentang sebuah sistem kemudian mereka menciptakan dan menggunakan model sebab-akibatnya.

3. Sikap ilmiah

LaPierre mendefinisikan sikap sebagai suatu pola perilaku, tendensi, atau kesiapan antisipatif, predisposisi untuk menyesuaikan diri dalam situasi sosial, atau secara sederhana, sikap adalah respon terhadap stimuli sosial yang telah terkondisikan. Definisi Petty & Cacioppo secara lengkap mengatakan sikap adalah evaluasi umum yang dibuat manusia terhadap dirinya sendiri, orang lain, objek atau isu-isu (dalam Azwar, 2007). Menurut Fishben & Ajzen, sikap sebagai predisposisi yang dipelajari untuk merespon secara konsisten dalam cara tertentu berkenaan dengan objek tertentu (dalam Azwar, 2007).

Sherif & Sherif menyatakan bahwa sikap menentukan keajegan dan kekhasan perilaku seseorang dalam hubungannya dengan stimulus manusia atau kejadian-kejadian tertentu. Sikap merupakan suatu keadaan yang memungkinkan timbulnya suatu perbuatan atau tingkah laku (dalam Dayakisni & Hudaniah, 2003).

Azwar (2007), menggolongkan definisi sikap dalam tiga kerangka pemikiran. Pertama, kerangka pemikiran yang diwakili oleh para ahli psikologi seperti Louis Thurstone,

Rensis Likert dan Charles Osgood. Menurut mereka sikap adalah suatu bentuk evaluasi atau reaksi perasaan. Sikap seseorang terhadap suatu objek adalah perasaan mendukung atau memihak (*favorable*) maupun perasaan tidak mendukung atau tidak memihak (*unfavorable*) pada objek tersebut.

Kedua, kerangka pemikiran ini diwakili oleh ahli seperti Chave, Bogardus, LaPierre, Mead dan Gordon Allport. Menurut kelompok pemikiran ini sikap merupakan semacam kesiapan untuk bereaksi terhadap suatu objek dengan cara-cara tertentu. Kesiapan yang dimaksud merupakan kecenderungan yang potensial untuk bereaksi dengan cara tertentu apabila individu dihadapkan pada suatu stimulus yang menghendaki adanya respon.

Ketiga, kelompok pemikiran ini adalah kelompok yang berorientasi pada skema triadik (*triadic schema*). Menurut pemikiran ini suatu sikap merupakan konstelasi komponen kognitif, afektif dan konatif yang saling berinteraksi didalam memahami, merasakan dan berperilaku terhadap suatu objek.

Jadi berdasarkan definisi di atas, dapat disimpulkan bahwa sikap adalah kecenderungan individu untuk memahami, merasakan, bereaksi dan berperilaku terhadap

suatu objek yang merupakan hasil dari interaksi komponen kognitif, afektif dan konatif.

Azwar (2007) menyatakan bahwa sikap memiliki tiga komponen yaitu:

a. Komponen kognitif

Komponen kognitif merupakan komponen yang berisi kepercayaan seseorang mengenai apa yang berlaku atau apa yang benar bagi objek sikap.

b. Komponen afektif

Komponen afektif merupakan komponen yang menyangkut masalah emosional subjektif seseorang terhadap suatu objek sikap. Secara umum, komponen ini disamakan dengan perasaan yang dimiliki terhadap sesuatu.

c. Komponen perilaku

Komponen perilaku atau komponen konatif dalam struktur sikap menunjukkan bagaimana perilaku atau kecenderungan berperilaku yang ada dalam diri seseorang berkaitan dengan objek sikap yang dihadapinya.

Menurut Brigham (dalam Dayakisni dan Hudiah, 2003) ada beberapa ciri atau karakteristik dasar dari sikap, yaitu:

- 1) Sikap disimpulkan dari cara-cara individu bertingkah laku.
- 2) Sikap ditujukan mengarah kepada objek psikologis atau kategori, dalam hal ini skema yang dimiliki individu menentukan bagaimana individu mengkategorisasikan objek target dimana sikap diarahkan.
- 3) Sikap dipelajari.
- 4) Sikap mempengaruhi perilaku. Memegang teguh suatu sikap yang mengarah pada suatu objek memberikan satu alasan untuk berperilaku mengarah pada objek itu dengan suatu cara tertentu.

Azwar (2007) menyimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan sikap adalah pengalaman pribadi, kebudayaan, orang lain yang dianggap penting, media massa, institusi atau lembaga pendidikan dan lembaga agama, serta faktor emosi dalam diri individu.

Penilaian sikap dalam penelitian akan menggunakan instrumen yang terstandar dan berlaku secara internasional yaitu *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS). Suatu instrumen yang dirancang untuk mengukur keyakinan

siswa tentang fisika dan belajar fisika. Instrumen ini terus berkembang dari sebelumnya dengan menelusuri aspek tambahan keyakinan siswa dan dengan menggunakan kata-kata yang sesuai bagi siswa/mahasiswa fisika di berbagai tingkat.

4. Mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa

a. Standar kompetensi

Mahasiswa memiliki kemampuan dalam memahami konsep yang berkaitan dengan bumi dan antariksa, dengan dilandasi sikap ilmiah dan semangat nilai-nilai keislaman (memadukan ayat Kauniah dan Qur'aniah)

b. Deskripsi

Kajian mata kuliah ini meliputi: konsep alam raya, tata surya, bumi dan strukturnya, litosfer, hidrosfer, atmosfer, klimatologi dan unsur-unsurnya, meteorologi, alat klimatologi, penerbangan angkasa luar, mitigasi bencana alam, kajian ayat Qur'an yang berhubungan dengan bumi dan antariksa yang diinterpretasikan dengan disiplin ilmu fisika, serta praktikum tentang konsep-konsep yang memungkinkan tersedianya alat yang disesuaikan dengan bahan kajian mata kuliah. Sistem perkuliahan menerapkan strategi pembelajaran yang relevan disesuaikan dengan tuntutan kajian mata kuliah. Untuk

mengukur tingkat keberhasilan pencapaian kompetensi mahasiswa, diterapkan sistem evaluasi yang sejalan dengan penerapan strategi pembelajarannya yang mampu mengukur tingkat kognitif, keterampilan dan sikap.

c. Materi

Materi dalam mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa yang dijadikan sebagai bahan kajian eksperimen yang dilakukan mahasiswa pada penelitian ini dibatasi pada materi litosfer, hidrosfer, atmosfer dan bencana alam. Berikut pemaparan dari berbagai materi tersebut:

1) Litosfer

Berdasarkan teori lempeng tektonik kulit bumi atau litosfer terdiri atas beberapa lempeng tektonik yang berada di atas lapisan astenosfer. Lempeng-lempeng tektonik pembentuk kulit bumi selalu bergerak karena pengaruh arus konveksi yang terjadi pada lapisan astenosfer yang berada di bawah lempeng tektonik kulit bumi. Litosfer sebagai lapisan paling luar dari badan bumi, bagaikan kulit ari manusia dan merupakan lapisan kerak bumi yang tipis.

Prinsip teori tektonik lempeng adalah kulit bumi terdiri atas lempeng-lempeng yang kaku dengan

bentuk tidak beraturan. Dinamakan lempeng karena bagian litosfer mempunyai ukuran yang besar di kedua dimensi horizontal (panjang dan lebar), tetapi berukuran kecil pada arah vertikal (ketebalan). Lempeng ini terdiri atas lempeng benua (tebal sekitar 40 km) dan lempeng samudera (tebal sekitar 10 km). Kedua lempeng tersebut berada di atas lapisan astenosfer dengan kecepatan rata-rata 10 cm/tahun atau 100 km/10 juta tahun. Astenosfer merupakan suatu lapisan padat dan sangat panas. Panasnya cairan astenosfer senantiasa memberikan kekuatan besar dari dalam bumi untuk menggerakkan lempeng-lempeng secara tidak beraturan. Kekuatan ini dinamakan tenaga endogen yang telah menghasilkan berbagai bentuk di permukaan bumi.

Litosfer terpecah-pecah menjadi sejumlah potongan lempeng, terdapat tujuh lempeng tektonik utama, yaitu lempeng Eurasia, Australia, Pasifik, Afrika, Amerika Utara, Amerika Selatan, Antartika dan beberapa lempeng kecil lainnya seperti Filipina, Cocos, Nazca, Arab, dan Iran. Lempeng berada dalam keadaan bergerak kontinu, baik relatif terhadap yang lain maupun terhadap sumbu rotasi bumi.

Lapisan astenosfer hanyut perlahan-lahan akibat beban yang menekannya sepanjang zaman oleh blok-blok benua atau gaya mendatar oleh gerakan benua. Peristiwa ini menyebabkan terjadinya lipatan, pengangkatan dan penurunan permukaan bumi. Perbedaan gerakan antara litosfer dan astenosfer akan mengakibatkan terjadinya pegunungan dan cekungan. Pada daerah yang merenggang terjadi pemisahan antara dua lapisan litosfer dan daerah yang saling menekan terjadi penunjaman, lapisan litosfer yang satu akan masuk ke bawah lapisan litosfer yang menekannya.

Ada tiga jenis tepi lempeng yaitu: (Tjasyono, 2008)

a) Tepi konstruktif

Secara geografis tepi konstruktif ini sesuai dengan lokasi punggung tengah lautan. Dalam proses pembentangan sepanjang punggung ini, terbentuklah kerak baru yang bergerak menjauhi sumbu punggung. Jadi punggung tengah lautan merupakan jalur tempat dua lempeng bergerak saling menjauhi. Tetapi kedua lempeng tidak saling berpisah karena di belakang masing masing lempeng terbentuk kerak lempeng baru secara kontinu. Aktivitas seismik pada tepi lempeng ini

adalah rendah dan gempanya bersifat dangkal. Hal ini dikarenakan litosfer di sini sangat tipis dan lemah sehingga tidak dapat terbentuk gaya tegangan yang cukup untuk menyebabkan gempa yang besar. Pada tepi lempeng konstruktif terdapat pula aktifitas vulkanik bawah laut sepanjang punggung .

b) Tepi destruktif

Jenis tepi lempeng ini disebut juga tepi lempeng pemusnahan. Pada tepi ini dua lempeng bertumbukan. Satu lempeng menunjam di bawah tepi lempeng yang lain dan membentuk sudut sekitar 45^0 . lempeng samudera biasanya menunjam di bawah tepi lempeng benua. Ini disebabkan lempeng benua lebih tebal dan mengalami gaya angkat yang lebih besar. Secara geografis lokasinya sesuai dengan lokasi palung lautan. Palung lautan terbentuk karena penunjaman lempeng lautan di bawah tepi lempeng benua dan masuk ke dalam mantel bumi. Penunjaman ini disebut pula subduksi.

c) Tepi konservatif

Pada tepi konservatif lempeng tidak mengalami penambahan ataupun pengurangan luas permukaan. Kedua lempeng hanya bergesek satu terhadap yang lain

pada perbatasannya. Gesekan antara kedua lempeng dapat begitu besar sehingga dapat menimbulkan gaya tegangan yang sangat besar dan menghasilkan gempa besar. Kegiatan tektonik ini disertai aktivitas vulkanik

2) Hidrosfer

Hidrosfer yang berasal dari bahasa Yunani *Hydro* yang berarti air dan *Spharia* yang berarti bola atau bulatan, mempunyai arti semua air yang terdapat di seluruh bola bumi. Dalam membahas hidrosfer, akan ditekankan tentang wujud badan air, air yang terdapat di daratan, air yang terdapat di lautan. Hidrosfer atau lapisan air merupakan bagian fisik bumi yang berguna bagi kehidupan manusia, hewan, dan tumbuh-tumbuhan. Hidrosfer dipelajari secara khusus dalam ilmu *Hidrologi*. Hidrosfer adalah segala bentuk air yang terdapat di bumi baik padat, cair, maupun gas (Tanudidjaja, 1996).

Sebagaimana kita ketahui permukaan bumi yang rendah tertutupi oleh air. Luas air yang menutupi permukaan bumi tersebut sekitar 70% dari permukaan bumi seluruhnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perbandingan luas air dan luas daratan adalah 7:3. Bagian itulah yang disebut hidrosfer. Terdapatnya air di permukaan bumi tidak merata. Belahan bumi selatan

sekitar 83% dari permukaannya terdiri dari air, sedangkan bumi bagian utara hanya 60%. Maka menurut keadaan air itu, kita membagi belahan bumi menjadi dua hemisfer, yaitu hemisfer air dan hemisfer darat.

Hemisfer air dengan kutubnya disekitar Selandia Baru, daerah ini dengan keadaan 90,5% dari permukaannya terdiri dari air. Perairan laut merupakan bagian hidrosfer yang paling besar. Dilihat dari volumenya air laut meliputi 97,2% volume dari seluruh volume hidrosfer dan dilihat dari luasnya meliputi 71% dari luas seluruh permukaan bumi (Ma'mur, 1996). Hemisfer darat dengan kutubnya disebelah barat daya dari Paris, daerah ini dengan keadaan 53% dari permukaannya terdiri dari air dan 47% daratan. Perairan darat adalah sejumlah masa air yang terdapat didaratn baik yang ada dibawah permukaan bumi, yang tergenang, dan yang mengalir dipermukaan bumi. Perairan darat berasal dari air hujan yang meresap dan mengalir dipermukaan bumi. Banyaknya air dipermukaan bumi bergantung pada beberapa faktor yaitu: jumlah curah hujan, kekuatan jatuhnya butiran air hujan, lamanya curah hujan, penutupan vegetasi dipermukaan bumi, derajat

permeabilitas dan struktur bumi, kemiringan topografi (Tanudidjaja, 1996).

Badan air mempunyai tiga wujud yaitu berbentuk cair, padat, dan gas. Berbentuk cair, terdapat diberbagai tempat seperti laut, danau, sungai, dan air tanah. Berbentuk padat, yaitu es, gletsyer, hujan es, dan salju. Umumnya terdapat di daerah yang bersuhu rendah. Sedangkan untuk berbentuk gas, ada yang berupa uap air panas seperti fumarol, geiser, dan sofatar atau berupa uap air dingin seperti uap air pada awan, kabut, dan embun.

Perubahan fasa air menjadi gas disebut penguapan yang memerlukan sejumlah energi atau panas yang disebut panas penguapan. Perubahan fasa gas menjadi es disebut deposisi, kebalikannya dari fasa es menjadi gas disebut sublimasi. Energi yang diperlukan untuk mengubah es menjadi uap lebih besar daripada energi untuk mengubah air menjadi uap. Sedangkan perubahan fasa dari es ke fasa air disebut mencair, energi yang dipakainya disebut energi peleburan (Tjasyono, 2009).

3) Siklus hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses perulangan terus-menerus sirkulasi air yang berupa penguapan air dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan

sesudah mengalami beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai air hujan atau salju ke permukaan daratan atau lautan. Siklus hidrologi dapat digambarkan sebagai proses sirkulasi air dari lahan, tanaman, sungai, danau, laut serta badan air lainnya yang ada di permukaan bumi menuju atmosfer akibat penguapan serta turunnya kembali air tersebut baik dalam bentuk hujan, salju dan lainnya yang terus berulang. Tahapan pertama dari daur hidrologi adalah penguapan air. Uap ini dibawa di atas daratan oleh massa udara yang bergerak. Bila didinginkan hingga titik embunnya, maka uap tersebut akan membeku menjadi butiran air membentuk awan atau kabut. Butiran-butiran air kecil itu akan berkembang cukup besar untuk dapat jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan.

Siklus hidrologi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan distribusi dan pergerakan air di bumi. Hal tersebut merupakan suatu sistem operasi dinamis dan proses interaktif yang mengendalikan kerangka berpikir pada studi teoritis di bidang hidrologi. Selanjutnya, kenyataan bahwa pada sistem sirkulasi faktor keseimbangan harus diperhitungkan dalam penerapannya di semua aspek hidrologi. Selama siklus, presipitasi yang turun ke bumi akan mengalami beberapa proses

diantaranya aliran *interception* (aliran pada batang, ranting pohon), sebagian lainnya yang jatuh di permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah dalam bentuk-bentuk infiltrasi, perkolasi, kapiler dan sisanya akan menjadi aliran permukaan (*runoff*). Air yang masuk ke dalam tanah akan mengisi pori-pori tanah dan akan membentuk suatu aliran air di dalam tanah.

Di bumi terdapat kira-kira 1,3-1,4 milyar km³ air, yang terdiri dari 97,5% adalah air laut, 1,75% berbentuk es, dan 0,73% berada di daratan sebagai sungai, danau, dan air tanah, hanya 0,01% berbentuk uap air di udara. Air yang terdapat di daratan berasal dari hujan, sebelum tiba ke permukaan bumi sebagian langsung menguap ke udara dan sebagian lagi tiba ke permukaan bumi. Tidak semua bagian hujan yang jatuh ke permukaan bumi mencapai permukaan tanah. Sebagian akan tertahan oleh tumbuh-tumbuhan yang akhirnya akan menguap dan sebagian akan mengalir melalui dahan-dahan ke permukaan tanah.

Sebagian hujan yang tiba ke permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Bagian lain yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah yang

rendah, masuk kesungai-sungai kemudian ke laut. Tidak semua air akan menuju kelaut. Dalam perjalanannya sebagian menguap kembali keudara. Sebagian air yang masuk kedalam tanah yang kemudian muncul kembali dengan segera kesungai-sungai disebut aliran intra (*interflow*). Tetapi sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*grounwater*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah-daerah yang rendah disebut limpasan air tanah (*groundwater runoff*).

Jadi sungai mengumpulkan tiga jenis limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*), dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang akhirnya akan mengalir kelaut. Singkatnya uap air dari laut dihembus keatas daratan (kecuali sebagian yang jatuh sebagai presipitasi ke laut), jatuh ke daratan sebagai presipitasi (sebagian jatuh langsung kesungai-sungai dan mengalir ke laut). Sebagian dari hujan atau salju yang jatuh didaratan menguap dan meningkatkan kadar uap didaratan. Bagian yang lain mengalir ke sungai dan akhirnya ke laut. Sirkulasi yang kontinu/terus-menerus antara air laut dan air darat disebut siklus hidrologi (*hydrological cycle*).

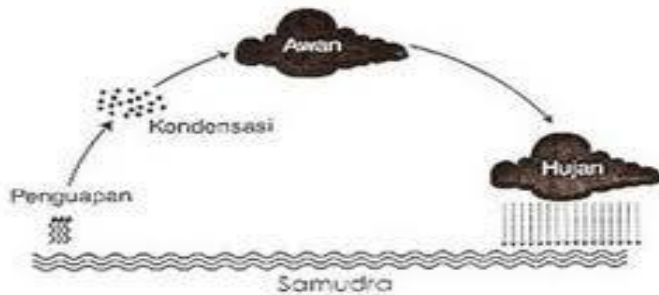
Tetapi sirkulasi ini tidak merata, karena kita melihat perbedaan besar presipitasi dari tahun ke tahun dari misim ke musim dan dari wilayah ke wilayah yang lain. Sirkulasi air ini dipengaruhi oleh kondisi meteorologi (suhu, tekanan atmosfer, angin dan lain-lain) dan kondisi topografi, kondisi meteorologi adalah faktor yang paling menentukan. Air permukaan tanah dan air tanah yang dibutuhkan untuk kehidupan dan produksi adalah air yang terdapat dalam proses sirkulasi ini. Jadi jika sirkulasi ini tidak merata, akan terjadi berbagai kesulitan. Jika terjadi sirkulasi yang lebih, akan terjadi banjir. Sebaliknya jika terjadi sirkulasi yang kurang, maka akan terjadi kekeringan.

Secara umum siklus hidrologi dapat dibedakan menjadi tiga bentuk, yaitu Dirsdjosoemarto (2001):

a) Siklus hidrologi kecil

Siklusnya: Air laut – uap air – embun – awan – hujan – laut – darat.

Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari, terjadi kondensasi dan pembentukan awan, turun hujan di permukaan laut.

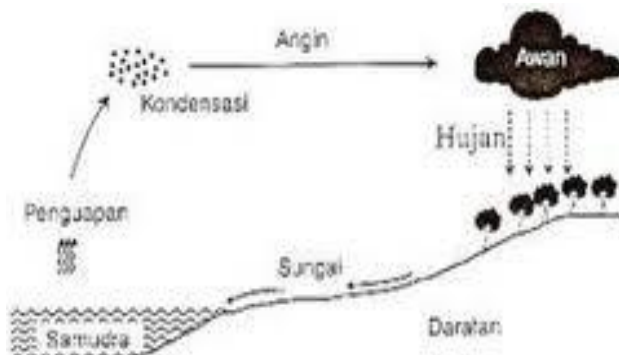


Gambar 2.1. Siklus Hidrologi Kecil

b) Siklus hidrologi sedang

Siklusnya: Air laut – uap air – embun – awan – hujan – air tanah – sungai – kembali ke laut.

Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari, terjadi kondensasi, uap bergerak oleh tiupan angin ke darat, pembentukan awan, turun hujan di permukaan daratan, air mengalir di sungai menuju laut kembali

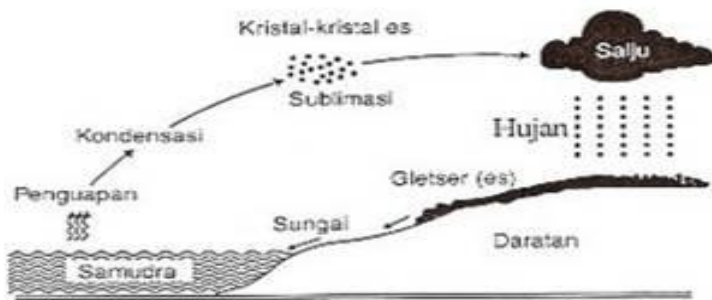


Gambar 2.2. Siklus Hidrologi Sedang

c) Siklus hidrologi besar

Siklusnya: Air laut – uap air – embun – awan – Kristal-
dibawa ke puncak – hujan es – gletser – mencair -
mengalir ke sungai kembali ke laut.

Air laut menguap menjadi uap gas karena panas matahari, uap air mengalami sublimasi, pembentukan awan yang mengandung kristal es, awan bergerak oleh tiupan angin ke darat, pembentukan awan, turun salju, pembentukan gletser, gletser mencair membentuk aliran sungai, air mengalir di sungai menuju darat dan kemudian ke laut.



Gambar 2.3. Siklus Hidrologi Besar

Peristiwa-peristiwa utama dalam setiap siklus hidrologi merupakan rangkaian peristiwa penguapan, peristiwa kondensasi, dan peristiwa jatuhnya kembali air atau salju dalam bentuk hujan. Hal tersebut terjadi karena

air laut, danau, sungai maupun parit-parit terkena sinar matahari. Dengan sinar matahari tersebut air laut, sungai maupun parit-parit akan mengalami penguapan. Uap tadi tentu akan banyak mengandung air, uap akan terbawa oleh angin yang membumbung tinggi ke angkasa makin tinggi letaknya akan makin rendah suhunya, maka uap air tadi setelah sampai ketinggian tertentu akan terpengaruh oleh keadaan udara yang tentu saja sangat dingin. Keadaan uap air tadi akan mengalami pendinginan. Uap air yang mendingin lembab relatif mencapai 100%, maka akan terbentuk awan.

Awan tadi karena mengalami suhu yang rendah, maka akan terjadi embun. Bertambah lama bertambah banyak pula embun yang akan terbentuk. Karena banyak embun tadi maka awan yang tadi masih berupa uap air kini telah menjadi air. Dengan demikian awan tak akan dapat menahan air tadi dan jatuhlah air tadi ke bumi, dengan jatuhnya air tadi maka terjadilah apa yang disebut oleh orang dengan nama hujan. Hujan merupakan satu bentuk presipitasi yang berwujud cairan. Presipitasi sendiri dapat berwujud padat (misalnya salju dan hujan es) atau aerosol (seperti embun dan kabut). Hujan terbentuk apabila titik air yang terpisah jatuh ke bumi dari awan.

Tidak semua air hujan sampai ke permukaan bumi karena sebagian menguap ketika jatuh melalui udara kering. Hujan jenis ini disebut virga. Terkait dengan hujan, terdapat sebuah ayat al-Qur'an yang menyebutkan sifat angin yang berfungsi “mengawinkan” hingga terbentuknya hujan. Allah SWT berfirman:

Artinya: “Dan Kami telah meniupkan angin untuk mengawinkan (tumbuh-tumbuhan) dan kami turunkan hujan dari langit, lalu Kami beri minum kamu dengan air itu, dan sekali-kali bukanlah kamu yang menyimpannya”.

Dalam ayat ini, ditekankan bahwa fase pertama dalam pembentukan hujan adalah angin. Hingga awal abad ke 20, satu-satunya hubungan antara angin dan hujan yang diketahui hanyalah bahwa angina menggerakkan awan. Namun, penemuan ilmu meteorologi modern telah menunjukkan adanya peran “mengawinkan” dari angin dalam pembentukan hujan. Maksud dari “mengawinkan” dari angin ini yaitu, di atas permukaan laut dan samudera, gelembung udara yang tak terhitung jumlahnya terbentuk akibat terbentuk akibat pembentukan buih. Pada saat gelembung-gelembung ini pecah, ribuan partikel kecil, dengan diameter seperseratus milimeter, terlempar ke udara. Partikel-partikel ini, yang dikenal sebagai *aerosol*,

bercampur dengan debu daratan yang terbawa oleh angin, dan selanjutnya terbawa ke lapisan atas atmosfer. Partikel-partikel ini di bawa naik lebih tinggi ke atas oleh angin, dan bertemu dengan uap air di sana. Uap air mengembun di sekeliling partikel-partikel ini dan berubah menjadi butiran-butiran air. Butiran-butiran air ini mula-mula berkumpul dan membentuk awan, dan kemudian jatuh ke bumi dalam bentuk hujan.

Sebagaimana terlihat, angin “mengawinkan” uap air yang melayang di udara dengan partikel-partikel yang dibawanya dari laut dan akhirnya membantu pembentukan awan hujan. Apabila angin tidak memiliki sifat ini, butiran-butiran air di atmosfer bagian atas tidak akan pernah terbentuk, dan hujan pun tidak akan terjadi (Mulyono, dkk. 2006). Peristiwa berubahnya air menjadi uap dan bergerak dari permukaan tanah dan permukaan air ke udara disebut evaporasi (penguapan). Peristiwa penguapan dari tanaman disebut transpirasi. Keduanya bersama-sama disebut evapotranspirasi. Dari air yang dievaporasi dari lautan, 50% jatuh kembali ke lautan dan 10% terbawa angin dan jatuh ke daratan menjadi: air bawah tanah (*Groundwater*), air tanah (infiltrasi sampai kedalaman akar tanaman), air

permukaan (tidak masuk ke dalam tanah), air larian (mengalir di permukaan menuju daerah lebih rendah).

Faktor-faktor yang mempengaruhi evaporasi dan evapotranspirasi adalah suhu air, suhu udara (atmosfer), kelembapan, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari dan lain-lain yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Pada waktu pengukuran evaporasi, maka kondisi/keadaan ketika itu harus diperhatikan, mengingat faktor itu sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan. Kondisi-kondisi itu tidak merata diseluruh daerah. Umpamanya di bagian yang satu disinari matahari, di bagian yang lain berawan. Penguapan itu berlangsung terus-menerus, seperti lautan yang luasnya $21\frac{1}{2}$ x luas daratan memproduksi uap air yang sangat banyak. Hal itu masih ditambah lagi dengan air yang ada di bagian daratan lain, seperti terdapat dalam sungai, air hujan, danau dan dari penguapan air melalui tumbuh-tumbuhan. Uap air yang berkondensasi di atmosfer disebabkan oleh pengaruh pendinginan yang disebabkan oleh udara yang naik ke atmosfer dan udara yang naik ke lereng-lereng gunung. Oleh karena itu kita dapat membedakan hujan yang terjadi karena kedua peristiwa itu yaitu: hujan tropis, yang disebut juga hujan zenithal

dan hujan naik lereng pegunungan, yang disebut juga hujan orografis.

4) Atmosfer

Atmosfer adalah lapisan udara yang menyelubungi bulatan bumi. Udara bersifat tidak berbau, tidak berwarna, tidak mempunyai rasa dan tidak bisa dirasakan kecuali bila bergerak sebagai angin. Udara mudah bergerak (*mobile*), dapat dimampatkan (*compressible*), dapat berekspansi dan sebagian besar transparan terhadap bentuk-bentuk radiasi.

Meskipun tidak sepadat tanah atau air namun mempunyai berat dan tekanan dan karena udara kompresibel maka densitasnya berkurang terhadap ketinggian. Massa total atmosfer kira-kira 56×10^{14} ton. Kurang lebih setengah dari massa tersebut terletak di bawah 18.000 kaki dan lebih 99 % terletak di dalam 20 mil dari permukaan bumi. Sangat beruntung bahwa udara menyebabkan hambatan-hambatan terhadap benda-benda yang bergerak melaluinya, sehingga gerakan yang ditimbulkan oleh meteor-meteor yang melewati ke dalam atmosfer atas dapat cukup menciptakan panas untuk menghancurkan sebagian besar meteor-meteor tersebut sebelum mencapai ke permukaan bumi.

Tanpa adanya atmosfer maka bumi kita akan tidak ada awan dan tidak ada angin atau badai, dengan demikian tidak ada cuaca dengan kata lain tidak ada meteorologi dan klimatologi. Sebagai medium dari proses cuaca maka udara dapat bertindak sebagai langit-langit yang melindungi bumi dari tenaga matahari pada siang hari dan mencegah sebagian besar hilangnya panas pada malam hari. Bila tidak ada atmosfer, maka temperatur bumi pada siang hari akan membumbung tinggi sampai 79°C dan temperatur bumi turun kira-kira -198°C pada malam hari.

Tabel 2.2. Komposisi Udara Kering di Atmosfer Bagian Basah

Gas permanen	Berat molekul	% Volume
Nitrogen (N_2)	28,016	$78,110 \pm 0,004$
Oksigen (O_2)	31,9986	$20,953 \pm 0,001$
Argon (Ar)	39,942	$0,934 \pm 0,001$
Neon (Ne)	20,182	$(18,18 \pm 0,04) \times 10^{-4}$
Helium (He)	4,003	
Krypton (Kr)	83,80	$(5,24 \pm 0,004) \times 10^{-4}$
Xenon (Xe)	131,3	
Hidrogen (H_2)	2,016	$(1,14 \pm 0,01) \times 10^{-4}$
Methane (CH_4)	16,043	$(0,087 \pm 0,001) \times 10^{-4}$
Nitrous oxide (N_2O)	44,015	$0,5 \times 10^{-4}$
		2×10^{-4}
		$(0,5 \pm 0,1) \times 10^{-4}$

Gas variable	Berat molekul	% Volume
Uap air (H ₂ O)	18,005	0 – 0,7
Carbon dioxide (CO ₂)	44,009	Dekat tanah: 0,001-0,1
	47,998	Rata-rata: 0,032
Ozone (O ₃)	64,064	0-0,01
Sulfur dioxide (SO ₂)	(NO ₂)46,007	0-0,0001
Nitrogen dioxide		0-0,000002

Meskipun Nitrogen dan Oksigen keduanya meliputi jumlah 99 % volume udara tetapi kedua gas ini sangat pasif terhadap proses-proses meteorologi. Gas-gas yang penting di dalam proses meteorologi ialah:

- Uap air (H₂O), gas ini dapat berubah wujud (fase) dari fase gas menjadi fase air dan padat.
- Carbon dioxide (CO₂), gas ini dapat menjadi inti-inti kondensasi yang mempercepat proses pembentukan endapan.
- Ozon (O₃), gas ini terdapat terutama pada ketinggian 20-30 km. Ozon penting karena menyerap sinar ultraviolet yang mempunyai energi besar dan berbahaya bagi tubuh manusia. Partikel-partikel debu dan asap serta butir-butir garam dari penguapan air laut dapat mempengaruhi transmisi dan penyinaran matahari.

Debu ialah partikel-partikel kecil (sangat kecil) dan selalu mengotori atmosfer. Konsentrasi debu bervariasi, di pegunungan konsentrasi debu lebih kecil dibandingkan di gurun atau kota-kota industri. Sumber debu beraneka ragam, yaitu asap, bakteri, benih dan spora, tepung dan serbuk sari dari tanah yang terhembus ke atas, abu vulkano, debu meteorik, pembakaran bahan bakar dan hutan, partikel-partikel garam yang masuk ke udara dari percikan air laut atau pasir pantai. Beberapa partikel debu dapat bersifat higroskopis dan bertindak sebagai inti-inti kondensasi, di sekitar mana air dapat berkumpul. Tanpa debu sebagai alat pelekat, maka sangat sedikit uap air yang dapat mengondensasi, sehingga awan-awan tidak dapat melepaskan airnya ke bumi sebagai hujan atau salju. Debu-debu higroskopis yang penting ialah partikel-partikel garam dari laut atau pantai dan asap batu bara atau arang, kabut-kabut tebal yang disebut “smog” yaitu campuran antara asap (*smoke*) dan kabut (*fog*), disebabkan karena banyaknya inti-inti kondensasi. Smog banyak dijumpai di kota-kota industri.

Debu dapat menyerap, memantulkan dan menghamburkan radiasi yang datang. Warna biru dari langit dan tampak merah matahari terbenam disebabkan

oleh hamburan selektif dari spektrum yang visible (tampak) oleh molekul-molekul gas dan debu. Debu-debu atmosfer dapat disapu kembali ke permukaan bumi oleh hujan, tetapi kemudian atmosfer dapat terisi lagi oleh partikel-partikel debu.

5) Struktur vertikal atmosfer

Pembagian atmosfer menjadi lapisan-lapisan yang berbeda didasarkan oleh parameter-parameter seperti temperatur, komposisi udara, sifat-sifat radioelektrik dan sifat-sifat kimia.

- a) Nomenklatur lapisan-lapisan atmosfer berdasarkan temperatur. Jika temperatur vertikal diukur maka kita akan memperoleh profil yang ditandai oleh fenomena-fenomena berikut:
 - (1) Penurunan temperatur dengan teratur, antara permukaan tanah dan ketinggian 6-18 km (rata-rata 10 km), sampai pada suatu nilai temperatur yang terletak antara -40°C - -80°C dengan rata-rata -50°C .
 - (2) Temperatur konstan setinggi kira-kira 20 km, kemudian temperatur naik dengan ketinggian sampai nilai dengan orde 0°C pada ketinggian sekitar 60 km.

- (3) Penurunan temperatur antara ketinggian 60-85 km, menyebabkan temperatur mencapai nilai terendah di dalam atmosfer sekitar -100°C
- (4) Suatu daerah dengan kenaikan temperatur secara kontinyu dari ketinggian 85 km sampai ketinggian 200 atau 300 km.
- (5) Di atas daerah tersebut sampai rumbai-rumbai bumi (± 1000 km dari permukaan tanah) terdapat suatu daerah di mana temperaturnya tetap dengan ketinggian, tetapi berubah dari hari ke hari dan dari siang hari sampai malam hari, harga temperatur ini mempunyai orde 1500°C .

Lapisan atmosfer berdasarkan temperatur terdiri dari:

(a) Troposfer

Troposfer merupakan tingkat terendah. Letaknya berdampingan dengan bumi. Pada daerah tropis, mencapai ketinggian 0-180 km, sedang pada daerah kutub hanya mencapai ketinggian 8-10 km. 4/5 bagian massa udara atmosfer terletak di daerah atmosfer. Penurunan temperatur di dalam troposfer disebabkan oleh:

Troposfer sangat sedikit menyerap radiasi gelombang pendek yang langsung dari matahari. Sebaliknya permukaan tanah banyak menyerap radiasi langsung dari matahari; Permukaan tanah memberikan panas pada bagian troposfer yang terletak di atasnya, melalui fenomena konduksi, konveksi dan pembebasan panas laten kondensasi atau sublimasi dari uap air atmosferik. Pertukaran panas banyak terjadi pada troposfer yang dekat permukaan tanah, karena itu temperatur turun dengan ketinggian mulai dari permukaan tanah. Gradien temperatur adalah fungsi dari situasi meteorologik dan harganya berisolasi antara $0,5^{\circ}\text{C}$ dan 1°C per 100 m dengan harga rata-rata $0,65^{\circ}\text{C}$ per 100 m.

(b) Tropopause

Lapisan troposfer dibatasi oleh permukaan yang disebut Tropopause. Udara Troposfer atas adalah sangat dingin dengan demikian lebih berat dibandingkan dengan udara di atas tropopause, karena itu udara troposfir tidak dapat menembus tropopause. Ketinggian dari tropopause lebih besar di ekuator daripada di kutub. Di ekuator

tropopause terletak sampai pada ketinggian 18 km dan mempunyai temperatur -18°C , sedangkan di kutub tropopause hanya mencapai ketinggian 6 km dengan temperatur berorde -40°C .

(c) Stratosfer

Lapisan atmosfer di atas tropopause disebut stratosfer. Daerah stratosfer terletak pada ketinggian 16-49 km di atas permukaan laut. Di dalamnya terdapat 2 lapisan tipis, lapisan ini mengandung molekul gas yang tidak dapat ditemukan dalam troposfer. Lapisan bawah mengandung butir-butir sulfat tertentu yang mungkin membentuk hujan. Lapisan atasnya mengandung bagian terbesar ozon atmosfer. Ozon adalah suatu bentuk oksigen yang menyerap kebanyakan sinar ultraviolet berbahaya dari matahari dan dengan demikian memungkinkan kehidupan di bumi. Makin tinggi, temperatur makin naik dan pada ketinggian 49 sampai 50 km temperatur mencapai -45°F (7°C).

Beberapa hal yang menyebabkan penipisan lapisan ozon di stratosfer: Lapisan ozon (O_3) menyerap radiasi Ultraviolet dari matahari dan melindungi bumi dari

radiasi tersebut; Senyawa CFC yang digunakan manusia jika sampai ke Atmosfer dapat memecahkan ikatan molekul ozon; Tanpa lapisan ozon lebih banyak sinar ultraviolet yang menembus lapisan atmosfer dan sampai ke permukaan bumi.

Beberapa akibat peningkatan ultraviolet yang sampai ke bumi: Mempengaruhi sistem kesehatan manusia (menghambat sistem kekebalan tubuh, meningkatkan kanker dan katarak); Menurunkan hasil pertanian dan kehutanan; Meningkatkan konversi senyawa menjadi pencemar smog di troposfer; Mendegradasi bahan-bahan buatan manusia; Merusak struktur dan fungsi ekosistem alami.

(d) Stratopause

Bagian atas stratosfer dibatasi oleh permukaan diskontinuitas temperatur kedua yang dinamakan Stratopause yang terletak pada ketinggian sekitar 60 km dengan temperatur berorde 0°C .

(e) Mesosfer

Lapisan udara di atas stratopause disebut mesosfer yang terletak dari ketinggian 60-85 km. Lapisan mesosfer ditandai dengan penurunan temperatur dengan gradien berorde $0,4^{\circ}\text{C}$ per 100 meter. Penurunan temperatur ini

disebabkan mesosfer mempunyai kesetimbangan radiatif negatif. Lapisan mesosfer ini merupakan lapisan hangat tempat terbakarnya kebanyakan meteor dari luar angkasa.

(f) Mesopause

Lapisan bagian atas dibatasi oleh mesopause yaitu permukaan yang mempunyai temperatur terendah di dalam atmosfer, kira-kira -100°C . Mesopause mempunyai ketinggian sekitar 885 km.

(g) Termosfer

Di atas mesopause kita jumpai suatu lapisan antara 85 km dan 200 atau 300 km yang ditandai oleh kenaikan temperatur dari -100°C sampai ratusan bahkan ribuan derajat, lapisan ini disebut termosfer.

(h) Termopause

Lapisan yang paling tinggi di dalam atmosfer disebut termopause yang meluas dari ketinggian 200 atau 300 km sampai pada ketinggian rumbai-rumbai yaitu 1000 km. Temperatur termopause adalah konstan terhadap ketinggian tetapi berubah dengan waktu yaitu dengan insolasi. Temperatur malam hari bersilasi antara 300°C - 1200°C dan siang hari bersilasi antara 700°C - 1700°C . Densitas termopause adalah sangat kecil kira-kira 10^{-13} kali densitas atmosfer di permukaan tanah.

- b) Nomenklatur lapisan-lapisan atmosfer berdasarkan komposisi udara. Atmosfer dapat dibagi menjadi dua lapisan utama yaitu lapisan homosfer dan heterosfer

(1) Homosfer

Lapisan atmosfer ini terletak antara permukaan sampai ketinggian 85 km yaitu sampai mesopause, di mana oksigen dan nitrogen pada umumnya dalam bentuk molekul. Di dalam atmosfer, komposisi udara cukup konstan (massa molekul air udara tetap konstan dan sama dengan 28,97 gram).

(2) Heterosfer

Heterosfer adalah lapisan atmosfer di atas atmosfer di atas homosfer yang terletak dari ketinggian 85 sampai 1000 km. Lapisan ini ditandai oleh dissosiasi molekul dari oksigen dan nitrogen menjadi atom-atom oksigen dan atom-atom nitrogen. Dissosiasi ini menyebabkan penurunan molekul air dari udara yaitu dari 28,97 dalam homosfir menjadi 15,97 pada ketinggian 200 km.

Di atas lapisan heterosfer kita jumpai “eksosfer” yang merupakan batas atas atmosfer kita. Lapisan ini ditandai dengan kebocoran dari atom-atom tertentu (terutama atom-atom yang lebih ringan) ke ruang angkasa.

- c) Nomenklatur lapisan-lapisan atmosfer berdasarkan sifat-sifat radioelektrik

Foto ionisasi dari molekul-molekul atmosferik hanya terjadi pada lapisan di atas ketinggian 40 atau 50 km. Jika kita meninjau fenomena ionisasi maka atmosfer dibagi dalam dua lapisan yaitu atmosfer dan ionosfer. Lapisan netrosfer meluas dari permukaan tanah sampai ketinggian 50 km dan ionosfir meluas dari ketinggian 50 km sampai level yang sangat tinggi.

- d) Nomenklatur lapisan-lapisan atmosfer berdasarkan sifat-sifat kimia

Suatu lapisan dimana reaksi-reaksi kimia adalah penting disebut cheomosfir yang terletak antara ketinggian 20 dan 100 km. Lapisan Chemosfir ditandai dengan: pembentukan ozon diperoleh pada ketinggian sekitar 25 km dan memberikan lapisan ozonosfir. Ozon (O_3) adalah gas yang

sangat aktif dan merupakan bentuk lain dari oksigen. Gas ini terdapat pada ketinggian antara 20 hingga 30 km. Ozon dapat menyerap radiasi ultra violet yang mempunyai energi besar dan berbahaya bagi tubuh manusia.

e) Bencana alam

a) Badai guruh

Ribuan badai guruh terjadi setiap harinya di daerah tropis. Di wilayah kutub, tak diketahui jumlahnya dengan pasti. Badai guruh ini berhubungan dengan udara tak stabil dan gerak vertikal yang kuat yang menghasilkan awan cumulonimbus (Cb). Energinya datang dari pelepasan panas laten kondensasi dalam udara lembab yang naik. *Lapse rate* tak stabil merupakan hasil dari pemanasan lapisan permukaan atau introduksi di atas udara dingin.

Faktor-faktor yang mempengaruhi badai guruh adalah pemanasan dan konveksi dalam udara basah di atas permukaan daratan yang hangat, lewatnya udara dingin dan basah di atas perairan yang hangat, udara tak stabil bersyarat yang dipaksa naik

di zone konvergensi atau pada barrier pegunungan dan pendinginan radiatif pada level atas.

Diameter badai guruh bisa mencapai 3-40 km. Sepanjang dasarnya, badai gelap dan dia didahului oleh *squall line* yang dibuat oleh arus udara yang bergerak dalam arah berlawanan. Presipitasi dari badai yang matang (*mature*) intensif dan terdiri dari tetes hujan yang besar. Jika gaya ke atas cukup kuat menembus di atas level beku, hasil bisa turun dari awan, biasanya dari sisi pinggir. Pada kondisi temperatur yang cocok, presipitasi bisa dalam bentuk salju atau butiran salju.

Badai guruh yang disebabkan oleh pemanasan permukaan di atas daratan paling umum terjadi pada musim panas dan di siang atau awal petang hari. Di atas lautan, selisih temperatur antara temperatur air dan udara sejuk di atasnya terbesar terjadi pada malam hari, sehingga aktivitas badai guruh lebih besar pada malam hari. Sepanjang dan di atas pegunungan, badai guruh maksimum biasanya terjadi pada siang atau awal petang hari ketika efek kombinasi pemanasan siang hari dan kenaikan orografik mencapai maksimum.

Sepanjang zone konvergensi, badai guruh berkembang ketika udara dipaksa naik dengan cepat. Di lintang tengah badai guruh berhubungan dengan front dan seringkali dipicu oleh pemanasan permukaan, kenaikan orografi, atau diredakan oleh udara dingin di level atas. Sepanjang front dingin, biasanya lebih dekat ke permukaan dan lebih kuat daripada sepanjang front panas atau front atas.

Badai guruh konvektif terlokalisasi pada suatu titik dengan pola yang tak teratur jalannya. Badai guruh pada front terkonsentrasi pada zona 20-80 km (lebar) dan panjang mungkin beberapa ratus kilometer. Badai guruh frontal kadang tidak terlihat oleh pengamat dari bawah karena puncak awan Cb sering tertutup oleh awan di bawahnya. Walaupun guruh dan kilat menyertai badai guruh (*mature*), perannya dalam perkembangan presipitasi tidak sangat jelas dipahami. Loncatan kilat bisa terjadi dari awan ke awan, di antara level yang berbeda dalam awan, atau dari dasar awan ke tanah. Guruh merupakan suara ledakan yang ditimbulkan saat udara mengembang tiba-tiba merespon panas yang

besar akibat loncatan kilat dan kemudian dengan cepat mendingin dan berkontraksi atau menyusut.

Huff dan Changnon menyimpulkan bahwa eksistensi dan besarnya badai guruh meningkat dalam kawasan perkotaan, jika jumlah penduduknya mencapai lebih dari satu juta. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya emisi panas, meningkatnya konveksi thermal melalui pulau panas (*heat island*) dalam kota, meningkatnya turbulensi karena perubahan wajah kota, dan meningkatnya jumlah aerosol yang diinjeksikan ke dalam atmosfer oleh aktivitas manusia kota.

Badai guruh yang terjadi di wilayah tropis diklasifikasikan sebagai berikut:

- (1) Badai guruh konvektif. Badai ini disebabkan oleh pemanasan permukaan oleh radiasi matahari. Karakteristik badai ini adalah pertumbuhan cepat, arus udara ke bawah kuat, hujan lebat lokal, daerah kurang luas, angin ribut lokal, serta adanya resiko hujan es batu lokal dan petir.

- (2) Badai guruh orografik. Badai ini terjadi jika udara tak stabil secara bersyarat atau konvektif naik akibat pegunungan.
- (3) Badai guruh yang disebabkan oleh gangguan tropis seperti badai tropis, monsoon, gelombang timuran dan sebagainya.

Jika ada pemanasan udara lembab permukaan maka parcel udara lembab akan naik akibat gaya apung termal dan membentuk awan kumululus kecil. Selama bagian kolom udara dalam awan lebih panas dari temperatur udara di sekitarnya maka awan akan terus tumbuh menjulang ke atas sampai temperatur di awan sama dengan temperatur di sekelilingnya. Fase badai guruh terdiri dari:

(a) Fase awan petir

Fase pertumbuhan badai guruh dapat dibagi menjadi tiga tingkat: Tingkat cumulus, pada fase ini arus udara ke atas sangat dominan, sehingga awan akan terus tumbuh selama gaya apung termal masih positif; Tingkat dewasa, pada fase ini awan sangat bengus dan berbahaya. Fase dewasa ditandai dengan hujan deras, turbulensi kuat, guruh dan kilat. Batu es hujan (*hail*) kemungkinan terjadi

pada saat fase ini; Tingkat disipasi, pada fase ini badai menjadi tua. Badai guruh dinyatakan dalam fase disipasi atau pelenyapan jika lebih setengahnya dikuasai arus udara ke bawah yang lemah sehingga curah hujan menjadi berkurang dan menjadi gerimis.

(b) Elektrifikasi awan petir

Dalam banyak kasus, permulaan elektrifikasi yang kuat disertai dengan hujan yang lebat dan hujan batu es, sehingga teori generasi muatan dalam awan guruh dijelaskan dengan efek termolistrik dalam es. Jika batang es dipanasi dengan ujung yang satu dan ujung yang lain tetap dingin maka bagian yang panas bermuatan negative dan yang dingin bermuatan positif. Kejadian luah listrik tinggi dalam waktu singkat disebut kilat. Karena terjadi pemanasan dan pemuaiian udara, maka terdengar gelombang suara sebagai guruh. Karena itu awan yang menghasilkan guruh disebut awan atau badai guruh.

b) Siklon tropis

Siklon tropis (*tropical cyclone*) merupakan istilah dalam meteorologi untuk suatu daerah bertekanan

sangat rendah yang ditopang oleh angin yang berputar dengan kecepatan lebih dari 118 km/jam dan terbentuk secara umum di daerah tropis (bertemperatur $80^{\circ}\text{F}/26,5^{\circ}\text{C}$). Walaupun bersifat destruktif tinggi, siklon tropis adalah bagian penting dari sistem sirkulasi atmosfer, yang memindahkan panas dari daerah khatulistiwa menuju garis lintang yang lebih tinggi. Dilihat dari atas, siklon tropis tampak seperti pusaran awan yang bergerak dengan diameter ratusan kilometer.

Siklon tropis terdiri dari tiga bagian utama:

- (1) Eye, area bertekanan rendah yang merupakan pusat sirkulasi siklon dengan diameter antara 10-100 kilometer dan menjulang dengan ketinggian mencapai 12-15 km. Pada bagian mata ini, keadaan cuacanya cerah dengan angin yang relatif tenang
- (2) Eye wall, area berupa angin dahsyat disekitar eye yang berputar mengelilingi pusat dengan sangat cepat. Pada dinding mata ini keadaan cuaca sangat buruk dengan hujan lebat, badai guruh serta tiupan angin sangat kencang.

- (3) Rain bands, area pita sirkulasi *thunderstorms* dibagian terluar eye yang merupakan tempat berlangsungnya siklus evaporasi/condensasi yang merupakan sumber pembentukan storm. Ukuran siklon tropis ditentukan dengan mengukur jarak antara pusat sirkulasi dengan bagian terluar isobar tertutup. Jika radiusnya dibawah 2 latitude degrees (120 nmi, 222 km) cyclone “sangat kecil”, radius 2–3 degrees (120–180 nmi, 222–333 km) "kecil", radius antara 3 dan 6 latitude degrees (180–360 nmi, 333–666 km) merupakan "ukuran cyclone pada umumnya". Siklon tropis dianggap "besar" ketika radiusnya 6–8 latitude degrees (360–480 nm, 667–888 km), jika radiusnya lebih dari 8 degrees (480 nm, 888 km) siklon tropis tersebut diklasifikasikan “sangat besar”. Metode lainnya untuk menentukan ukuran siklon tropis adalah metode pengukuran radius energi badai, dan mengukur radius pusat densitas awan.

Siklon tropis terbentuk di atas laut di daerah tropis. Beberapa kondisi yang menyebabkan siklon tropis terbentuk, diantaranya:

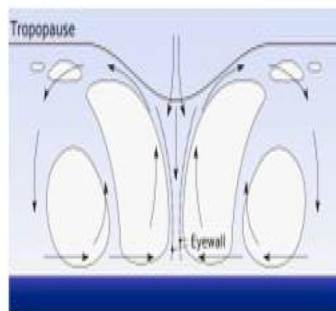
- (a) Samudera atau laut yang luas dengan suhu permukaan laut yang cukup panas, yaitu di atas 26°C hingga kedalaman 60 m
- (b) Siklon tropis tidak terbentuk di atas daratan
- (c) Daerah tropis dengan lintang minimal 5 $^{\circ}$ atau sekitar 500 km dari khatulistiwa
- (d) Sebelum terjadi siklon tropis di suatu daerah, terdapat gangguan cuaca di daerah tersebut
- (e) Kelembapan udara pada permukaan sampai ketinggian 6 km cukup besar
- (f) Kecepatan angin relatif tinggi

Pembentukan siklon tropis terjadi ketika:

- Suhu permukaan laut yang panas (di atas 26°C) menyebabkan tekanan di atas permukaan laut tersebut menjadi rendah
- Adanya pusat bertekanan rendah ini menimbulkan angin yang bergerak dari yang bertekanan tinggi ke daerah yang bertekanan rendah tersebut

- Gaya coriolis menyebabkan angin yang menuju daerah tekanan rendah dibelokkan dan pada jarak tertentu angin itu naik ke atas secara spiral
- Udara basah yang terbawa oleh angin yang bergerak ke atas tersebut kemudian berkondensasi (mengembun), membentuk awan sambil melepaskan panas laten
- Panas laten menyebabkan udara disekitarnya memuai dan terdorong keluar dari pusat badai. Hal ini menyebabkan tekanan di lapisan bawah terus berkurang sehingga angin bergerak masuk lebih cepat dan lebih banyak uap air yang terbawa.

Siklus ini terus berulang membuat badai lebih hebat sampai ada faktor yang membuatnya lemah.



Gambar 2.4. Siklus Siklon Tropis

Walaupun siklon tropis terbentuk di lautan, namun efeknya dapat mempengaruhi daratan. Beberapa akibat yang ditimbulkan oleh siklon tropis adalah:

- ❖ Gelombang badai (*storm surge*) berupa gelombang laut yang tinggi dengan ketinggian beberapa meter di atas paras laut yang normal. Pada tahun 1970 di Bangladesh, terbentuk siklon Bhola menyebabkan gelombang badai (*storm surge*) yang menyebabkan kematian 300.000 orang.
- ❖ Angin yang kencang yang dapat merusak kendaraan, bangunan, jembatan atau objek di luar lainnya.
- ❖ Hujan lebat disertai badai guruh yang dapat menyebabkan banjir di wilayah-wilayah pemukiman penduduk.
- ❖ Gelombang badai, angin yang merusak, hujan lebat dan banjir pada akhirnya dapat menyebabkan orang kehilangan tempat tinggal, gagal panen, tercemarnya air bersih, terganggunya arus transportasi di darat, laut, maupun udara, dan berhentinya aktivitas nelayan. Hal tersebut menimbulkan banyak kerugian bagi masyarakat.

c) *El nino dan La lina*

Nama el nino diambil dari bahasa Spanyol yang berarti “anak laki-laki”, merujuk pada bayi Yesus Kristus dan digunakan karena arus ini biasanya muncul selama musim Natal. Karena fluktuasi dari tekanan udara dan pola angin di selatan Pasifik yang menyertai el nino, fenomena ini dikenal dengan nama *El Niño Southern Oscillation* (ENSO). La nina berarti “anak perempuan”.

El nino adalah fase panas (*warm event*) dan la nina adalah fase dingin (*cold event*) di samudera Pasifik ekuatorial bagian tengah dan timur. El nino diindikasikan dengan beda tekanan atmosfer antara Tahiti dan Darwin yang disebut osilasi selatan, karena keduanya terletak di belahan bumi selatan. El nino sering digabung dengan osilasi selatan menjadi ENSO. El nino ditandai dengan indeks osilasi selatan atau *Southern Oscillation Index* (SOI) negatif, artinya tekanan atmosfer di atas Tahiti lebih rendah daripada tekanan di atas Darwin, sebaliknya la nina ditandai SOI positif. La nina sering disebut non el nino atau anti el nino.

Selama fase normal dari siklus ENSO, angin bertiup dari timur ke barat (dari daerah bertekanan tinggi ke daerah tekanan rendah), mendorong lapisan permukaan laut barat. Permukaan air laut ini bersuhu hangat dan akan didorong ke arah barat oleh angin dan menumpuk di Pasifik barat. Sebaliknya Pasifik timur akan jauh lebih dingin, karena sumur laut air dingin lebih dalam untuk menggantikan air yang telah ditiup ke barat. Selama tahun-tahun normal, hujan besar terbentuk di atas air hangat, membawa hujan ke negara-negara seperti Indonesia dan Malaysia.

Namun, selama el nino perbedaan tekanan antara timur dan barat, angin tidak meniup dengan keras dan air permukaan yang hangat tetap lebih jauh ke timur. Dengan demikian membentuk awan hujan lebih jauh ke timur dan hujan turun lebih jauh ke timur, sehingga curah hujan rata-rata untuk tempat seperti California dan Peru, dan untuk tempat seperti Indonesia dan Australia akan mengalami kekeringan. El nino dikenal sebagai tahap pemanasan ENSO.

Sebaliknya, selama la nina tahun yang berbeda tekanan antara timur dan barat meningkat menyebabkan air lebih banyak dari biasanya untuk

didorong ke arah barat, sehingga permukaan air lebih dingin di Pasifik timur dan air permukaan bahkan lebih hangat di Pasifik barat. Hal ini memberikan lebih banyak hujan dari biasanya untuk negara-negara seperti Indonesia dan Australia, dan dapat mengakibatkan banjir di daerah-daerah itu. Lanina dikenal sebagai fase dingin ENSO.

Dibutuhkan dua sampai tujuh tahun untuk menyelesaikan satu siklus ENSO. Yaitu dari kondisi normal ke kondisi el nino lagi, untuk la nina dari kondisi normal ke kondisi la nina dan kembali normal. El nino dan la nina bervariasi dalam tingkat keparahan. Efek dari el nino dan la nina tidak terbatas pada samudera Pasifik. Awan yang terbentuk di atas air hangat Pasifik cukup besar untuk mempengaruhi sirkulasi global atmosfer. Ketika awan bergeser ke timur selama el nino, atau barat, selama la nina, mereka mengganggu pola normal sirkulasi.

El Nino adalah kondisi abnormal iklim dimana penampakan suhu permukaan laut samudra Pasifik ekuator bagian timur dan tengah (di pantai Barat Ekuador dan Peru) lebih tinggi dari rata-rata normalnya. Istilah ini pada mulanya digunakan untuk

menamakan arus laut hangat yang terkadang mengalir dari utara ke selatan antara pelabuhan Paita dan Pacasmayo di daerah Peru yang terjadi pada bulan Desember. Padahal biasanya suhu air permukaan laut di daerah tersebut dingin karena *upwelling*. Kejadian ini kemudian semakin sering muncul yaitu setiap tiga hingga tujuh tahun serta dapat mempengaruhi iklim dunia selama lebih dari satu tahun.

El nino adalah fenomena alam dan bukan badai, secara ilmiah diartikan dengan meningkatnya suhu muka laut di sekitar Pasifik tengah dan timur sepanjang ekuator dari nilai rata-ratanya dan secara fisik El nino tidak dapat dilihat. La nina digunakan untuk menyatakan penampakan suhu permukaan laut yang lebih rendah dari pada rata-rata normalnya di wilayah samudra Pasifik ekuator bagian timur dan tengah, berlawanan dengan kondisi el nino.

Sebagai indikator untuk memantau kejadian el nino, digunakan data pengukuran suhu permukaan laut pada bujur 170° BB- 120° BB dan lintang 5° LS- 5° LU, dimana anomali positif mengindikasikan terjadinya el nino. Fenomena la nina ditandai dengan menurunnya suhu permukaan laut pada bujur 170°

BB-120° BB dan pada lintang 5° LS-5° LU dimana anomali negatif, sehingga sering juga disebut sebagai fase dingin. Kedua fenomena di perairan Pasifik ini memberikan dampak yang signifikan bagi kehidupan manusia.

Beberapa faktor penyebab terjadinya el nino dan la nina diantaranya:

- a) Anomali suhu yang mencolok di perairan samudera Pasifik
- b) Melemahnya angin passat (*trade winds*) di selatan Pasifik yang menyebabkan pergerakan angin jauh dari normal
- c) Kenaikan daya tampung lapisan atmosfer yang disebabkan oleh pemanasan dari perairan panas dibawahnya. Hal ini terjadi di perairan Peru pada saat musim panas
- d) Adanya perbedaan arus laut di perairan samudera Pasifik

Pada bulan desember, posisi matahari berada di titik balik selatan bumi, sehingga daerah lintang selatan mengalami musim panas. Di Peru mengalami musim panas dan arus laut dingin Humboldt tergantikan oleh arus laut panas. Karena kuatnya

penyinaran oleh sinar matahari perairan di Pasifik tengah dan timur, menyebabkan meningkatnya suhu dan kelembaban udara pada atmosfer. Sehingga tekanan udara di Pasifik tengah dan timur rendah, kemudian diikuti awan-awan konvektif (awan yang terbentuk oleh penyinaran matahari yang kuat). Sedangkan di bagian pasifik barat tekanan udaranya tinggi yaitu di Indonesia (yang pada dasarnya dipengaruhi oleh angin musoon, angin passat dan angin lokal. Akan tetapi pengaruh angin munsoon yang lebih kuat dari daratan Asia), menyebabkan sulit terbentuknya awan. Karena sifat dari udara yang bergerak dari tekanan udara tinggi ke tekanan udara rendah. Menyebabkan udara dari pasifik barat bergerak ke pasifik tengah dan timur. Hal ini juga yang menyebabkan awan konvektif diatas Indonesia bergeser ke pasifik tengah dan timur.

Sedangkan La Nina sebaliknya dari El Nino, terjadi saat permukaan laut di pasifik tengah dan timur suhunya lebih rendah dari biasanya pada waktu-waktu tertentu. Tekanan udara kawasan pasifik barat menurun yang memungkinkan terbentuknya awan, sehingga tekanan udara di pasifik tengah dan timur

tinggi, yang menghambat terbentuknya awan. Dibagian pasifik barat tekanan udaranya rendah yaitu di Indonesia yang memudahkan terbentuknya awan cumulus nimbus, awan ini menimbulkan turun hujan lebat yang juga disertai petir. Karena sifat dari udara yang bergerak dari tekanan udara tinggi ke tekanan udara rendah. Menyebabkan udara dari pasifik tengah dan timur bergerak ke pasifik barat. Hal ini juga yang menyebabkan awan konvektif di atas pasifik tengah dan timur bergeser ke pasifik barat.

Dampak dan Pengaruh El nino dan La nina pada alam berupa pertama naiknya tekanan udara di pasifik tengah dan timur saat El Nino, menyebabkan pembentukan awan yang intensif. Hal ini yang menjadikan curah hujan yang tinggi di kawasan pasifik tengah dan timur. Sedangkan sebaliknya, di daerah pasifik barat terjadi kekeringan yang jauh dari normal. Kedua turunnya tekanan udara di pasifik tengah dan timur saat La Nina, menjadi hambatan terbentuknya awan di daerah ini, sehingga mengalami kekeringan. Sedangkan sebaliknya, di daerah pasifik barat curah hujan sangat tinggi. Hal ini menimbulkan banjir yang parah di Indonesia. Pada manusia berupa

meningkatnya suhu permukaan laut yang biasanya dingin di perairan, mengakibatkan perairan yang tadinya subur akan ikan menjadi sebaliknya. Hal ini menyebabkan nelayan kesulitan mendapatkan ikan di perairan.

B. Kerangka Berpikir

Teori-teori belajar yang menunjang dalam penelitian ini adalah teori konstruktivisme, teori penemuan Bruner, dan teori pemrosesan informasi.

1. Teori konstruktivisme

Konstruktivisme merupakan proses pembelajaran yang menerangkan bagaimana pengetahuan disusun dalam pikiran manusia. Menurut paham konstruktivisme, bahwa ilmu pengetahuan tidak boleh dipindahkan dari dosen kepada mahasiswa dalam bentuk yang serba sempurna. Mahasiswa perlu dibimbing untuk memperoleh pengetahuan menurut pengalaman masing-masing.

Pembelajaran dalam konteks konstruktivisme merupakan hasil dari usaha mahasiswa itu sendiri dan dosen hanya menjadi alat bantu untuk mahasiswa sesuai dengan prinsip *student-centered* bukan *teacher-centered*. Berdasarkan teori konstruktivisme di atas, dapat

disimpulkan bahwa pembelajaran konstruktivisme merupakan pembelajaran yang dikemas menjadi proses "mengkonstruksi" bukan "menerima" pengetahuan. Dalam arti lain, menekankan bagaimana pentingnya keterlibatan anak secara aktif (terlibat langsung) dalam proses pengaitan sejumlah gagasan dan pengkonstruksian ilmu pengetahuan melalui lingkungannya.

Mahasiswa dalam proses pembelajaran, membangun sendiri pengetahuan mereka melalui keterlibatan aktif dalam proses belajar mengajar. Pembelajaran dirancang dalam bentuk mahasiswa bekerja praktik mengerjakan sesuatu, berlatih secara fisik, mendemonstrasikan, menciptakan gagasan, dan sebagainya.

2. Teori penemuan Bruner

Bruner (Dahar, 2003) mengungkapkan bahwa belajar melibatkan tiga proses yang berlangsung hampir bersamaan. Ketiga proses itu ialah: (1) memperoleh informasi, (2) transformasi informasi, dan (3) menguji relevansi dan ketepatan pengetahuan. Bruner menyarankan agar para siswa hendaknya belajar melalui berpartisipasi secara aktif (terlibat secara langsung) dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip, agar mereka dianjurkan untuk memperoleh pengalaman dan melakukan eksperimen-

eksperimen yang mengizinkan mereka untuk menemukan prinsip-prinsip itu sendiri.

Lebih lanjut Bruner (Dahar, 2003) menyatakan bahwa pengetahuan yang diperoleh siswa dengan belajar penemuan dan ikut terlibat secara langsung menunjukkan kebaikan, antara lain: "Pengetahuan yang diperoleh dengan penemuan menunjukkan beberapa kebaikan. Pertama, pengetahuan itu bertahan lama atau lama diingat, atau lebih mudah diingat, bila dibandingkan dengan pengetahuan yang diperoleh dengan cara-cara lain. Kedua, hasil belajar memiliki efek transfer yang lebih baik daripada hasil belajar lainnya. Dengan lain perkataan, konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang dijadikan milik kognitif seseorang lebih mudah diterapkan pada situasi-situasi baru. Ketiga, secara menyeluruh belajar penemuan meningkatkan pengalaman siswa dan kemampuan untuk berpikir secara bebas. Secara khusus belajar penemuan melatih keterampilan-keterampilan belajar kognitif siswa untuk menemukan dan memecahkan masalah tanpa pertolongan orang lain".

Berdasarkan pemaparan di atas, maka pembelajaran akan menjadi lebih bermakna karena mahasiswa memiliki pengalaman dan melakukan kegiatan pembelajaran secara

langsung. Dengan kata lain, mahasiswa dilibatkan atau terlibat secara langsung dalam menemukan prinsip dan konsep itu sendiri.

3. Teori pemrosesan informasi

Asumsi yang mendasari teori ini adalah bahwa kegiatan pembelajaran merupakan faktor yang sangat penting dalam perkembangan. Perkembangan merupakan hasil kumulatif dari kegiatan pembelajaran. Menurut Gagne (Dahar, 2003) bahwa dalam pembelajaran terjadi proses penerimaan informasi, untuk kemudian diolah sehingga menghasilkan keluaran dalam bentuk hasil belajar.

Dalam pemrosesan informasi terjadi adanya interaksi antara kondisi-kondisi internal dan eksternal individu seperti yang diungkapkan oleh Gagne (Sutikno, 2008). Kondisi internal yaitu keadaan dalam diri individu yang diperlukan untuk mencapai hasil belajar dan proses kognitif yang terjadi dalam individu. Sedangkan kondisi eksternal adalah rangsangan dari lingkungan yang mempengaruhi individu dalam proses pembelajaran.

Teori belajar pemrosesan informasi mendeskripsikan tindakan belajar merupakan proses internal dan eksternal yang mencakup beberapa tahapan diantaranya memberikan bimbingan belajar yang jelas kepada mahasiswa,

mendorong mahasiswa untuk unjuk kerja, dan menilai unjuk kerja yang dilakukan oleh mahasiswa. Salah satu model yang menyajikan deskripsi tindakan tersebut model pembelajaran berbasis fenomena.

C. Hasil Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang berkenaan dengan penerapan model pembelajaran berbasis fenomena pada umumnya menunjukkan pengaruh positif terhadap pemahaman konsep, keterampilan proses sains dan dapat menggambarkan, menjelaskan, memprediksi serta menguasai fenomena fisika.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Badriah (2012) menunjukkan penerapan model pembelajaran berbasis fenomena dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi pokok fluida statis. Begitu pula penelitian yang dilakukan Yunansyah (2010), menunjukkan penerapan model pembelajaran berbasis fenomena dapat lebih meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa dibandingkan model konvensional pada materi fluida statis.

Hasil penelitian Solihat (2010), turut memperkuat hasil penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis fenomena secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Hal tersebut sejalan

dengan hasil penelitian Yudiana (2009) bahwa penerapan model pembelajaran berbasis fenomena secara signifikan dapat lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi fluida dibandingkan dengan penerapan model pembelajaran tradisional.

Selain itu, menurut Wells, Hestenes dan Swackhamer (1995) menjelaskan bahwa melalui metode pemodelan dalam pengajaran fisika dengan mengkonstruksi dan menggunakan model sains, siswa dapat menggambarkan, menjelaskan, memprediksi dan menguasai fenomena fisika. Fakta menunjukkan bahwa metode pemodelan menghasilkan peningkatan gain yang lebih tinggi dibandingkan metode pengajaran alternatif.

D. Asumsi dan Hipotesis Penelitian

1. Asumsi

Pembelajaran berbasis fenomena dilakukan melalui pendekatan pembelajaran kontekstual, dimana mahasiswa dilibatkan secara penuh dalam proses pembelajaran. Belajar dalam konteks pembelajaran kontekstual bukan hanya sekedar mendengarkan dan mencatat, tetapi belajar adalah proses pengalaman secara langsung. Melalui proses berpengalaman tersebut diharapkan perkembangan

keilmuan mahasiswa terjadi secara utuh, tidak hanya berkembang dalam aspek kognitif saja, tetapi juga aspek afektif dan psikomotor.

2. Hipotesis penelitian

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah

H_0 : Tidak terdapat peningkatan pemahaman konsep mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan.

H_a : Bumi Antariksa

Terdapat peningkatan pemahaman konsep mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode dan Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *quasi experiment* dan metode deskriptif. Untuk mendapatkan gambaran peningkatan pemahaman konsep mahasiswa digunakan metode *quasi experiment* dengan desain *pretest posttest* satu kelompok (Fraenkel dan Wallen, 2007). Metode deskriptif untuk mendeskripsikan sikap ilmiah dan tanggapan mahasiswa terhadap penggunaan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa.

Tabel 3.1. Desain Penelitian

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O	X ₁	O

Keterangan:

X₁: Perlakuan model pembelajaran berbasis fenomena

O : *Pretest* dan *posttest*

B. Sumber Data

Populasi dalam penelitian ini adalah kelas di semester VI Prodi Pendidikan Fisika tahun akademik 2012/2013 sebanyak 2 kelas, yaitu kelas A dan B masing-masing sebanyak 40

mahasiswa. Penentuan sampel menggunakan teknik *simple random sampling*, yaitu akan diacak untuk ditentukan satu kelas sebagai kelas eksperimen. Sampel yang terpilih dalam penelitian ini adalah kelas A sebanyak 40 orang.

C. Jenis Data

Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebasnya adalah model pembelajaran berbasis fenomena, variabel terikat terdiri dari pemahaman konsep, sikap ilmiah dan tanggapan mahasiswa tentang penerapan model pembelajaran berbasis fenomena.

D. Instrumen Penelitian

Peneliti menyusun dan menyiapkan beberapa instrumen untuk menjawab pertanyaan penelitian berupa tes pemahaman konsep mahasiswa dan sikap ilmiah menggunakan *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS) sebagai instrumen utama dan angket tanggapan penerapan model sebagai instrumen pendukung. Berikut ini uraian masing-masing instrumen:

1. Tes pemahaman konsep mahasiswa

Tes ini digunakan untuk mengukur pemahaman konsep mahasiswa terhadap konsep yang diajarkan. Pemberian

pretest untuk melihat kemampuan mahasiswa sebelum mereka mendapat perlakuan model pembelajaran berbasis fenomena sedangkan *posttest* untuk melihat hasil yang dicapai mahasiswa setelah mendapatkan perlakuan. Tes pemahaman konsep mahasiswa berbentuk uraian. Pertanyaan tes berhubungan dengan aspek pemahaman dari domain kognitif Bloom yang direvisi meliputi: (1) menafsirkan; (2) mencontohkan; (3) mengklasifikasikan; (4) merangkum; (5) menyimpulkan; (6) membandingkan (7) menjelaskan.

2. Angket sikap ilmiah

Angket bertujuan untuk mengungkap sikap ilmiah mahasiswa terhadap fisika dan pembelajaran fisika. Angket yang digunakan berupa angket yang sudah terstandar dan berlaku internasional yaitu *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS). Sikap ilmiah ini meliputi aspek hubungan dengan dunia nyata; minat perseorangan; usaha menalar; koneksi konseptual; menerapkan konsep konseptual; memecahkan masalah secara umum; memecahkan masalah dengan percaya diri; memecahkan masalah dengan cangguh.

Setiap mahasiswa diminta untuk menjawab suatu pernyataan dalam angket E-CLASS dengan pilihan jawaban menggunakan skala Likert. Setiap mahasiswa diminta untuk menjawab suatu pernyataan dengan pilihan jawaban Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Netral (N), Tidak Setuju (TS), Sangat Tidak Setuju (STS). Angket E-CLASS diberikan kepada mahasiswa sebelum dan sesudah model pembelajaran berbasis fenomena diterapkan. Kemudian dianalisis perbedaan rata-rata yang diperoleh untuk mengetahui peningkatan sikap ilmiah mahasiswa.

3. Angket tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena

Angket bertujuan untuk mengungkap persepsi mahasiswa tentang pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis fenomena, implementasinya, peranannya dalam peningkatan pemahaman konsep, kelebihan, dan mengungkap motivasi mahasiswa setelah mendapat model pembelajaran tersebut. Skala pengukuran sikap mahasiswa yang digunakan adalah skala *Guttman*, yaitu skala yang digunakan untuk jawaban yang jelas dan konsisten terhadap suatu permasalahan yang ditanyakan. Setiap mahasiswa diminta untuk menjawab suatu pernyataan dengan pilihan jawaban ya atau tidak. Jika menjawab suatu pernyataan

dengan jawaban ya, maka mendapat skor satu dan jika menjawab tidak, maka skornya nol.

Dalam penelitian ini, peneliti ingin mengetahui sikap mahasiswa (positif atau negatif) terhadap model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa yang dibatasi pada materi litosfer, hidrosfer, atmosfer dan bencana alam. Pemberian angket dilakukan setelah *posttest* selesai dilakukan.

E. Prosedur Penelitian

Untuk memperoleh dan mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, maka prosedur penelitian menempuh langkah-langkah yang terdiri dari tiga tahap utama. Ketiga tahapan tersebut yakni tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap akhir. Untuk lebih lengkapnya akan diuraikan sebagai berikut:

1. Tahap persiapan

- a. Pengajuan rancangan penelitian dalam bentuk proposal penelitian dilakukan pada bulan April 2015.
- b. Studi literatur berupa buku-buku yang membahas tentang model pembelajaran berbasis fenomena dan studi lapangan untuk mengetahui proses perkuliahan yang selama ini dilaksanakan oleh dosen di kelas.

- c. Menentukan sampel penelitian secara random dari dua kelas yaitu kelas A dan B, untuk diambil satu kelas.
 - d. Menyusun instrumen penelitian berupa instrumen tes pemahaman konsep mahasiswa dan instrumen non tes berupa angket tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena.
 - e. Penimbang instrumen (*judgement*) dari ahli.
2. Tahap pelaksanaan
- a. Pelaksanaan *pretest* untuk mengetahui pengetahuan awal mahasiswa tentang mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa yang dibatasi pada materi litosfer, hidrosfer, atmosfer dan bencana alam.
 - b. Pelaksanaan pengisian angket *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS) sebelum penerapan model pembelajaran berbasis fenomena.
 - c. Pelaksanaan perkuliahan dilakukan oleh seorang dosen, dengan menerapkan model pembelajaran berbasis fenomena.
 - d. Perkuliahan Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa yang dibatasi pada materi litosfer, hidrosfer, atmosfer dan bencana alam.
 - e. Pelaksanaan *posttest* untuk mengetahui peningkatan

pemahaman konsep mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena.

- f. Pelaksanaan pengisian angket *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS) setelah penerapan model pembelajaran berbasis fenomena.
- g. Pemberian angket untuk mengetahui tanggapan mahasiswa tentang penerapan model pembelajaran berbasis fenomena.

3. Tahap akhir

- a. Mengolah data hasil penelitian.
- b. Menganalisis dan membahas hasil temuan penelitian.
- c. Membuat kesimpulan.

F. Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan dua cara pengumpulan data yaitu melalui tes tertulis dan angket. Dalam pengumpulan data ini terlebih dahulu menentukan sumber data, kemudian jenis data, teknik pengumpulan data, dan instrumen yang digunakan. Teknik pengumpulan data secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Teknik Pengumpulan Data

No	Sumber Data	Jenis Data	Teknik Pengumpulan	Instumen
1.	Mahasiswa	Pemahaman konsep mahasiswa sebelum dan setelah penerapan model	<i>Pretest</i> dan <i>posttest</i>	Butir soal pilihan ganda yang menilai pemahaman konsep
2	Mahasiswa	Sikap ilmiah mahasiswa sebelum dan sesudah penerapan model	Kuesioner	<i>The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics</i> (E-CLASS)
3	Mahasiswa	Tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model	Kuesioner	Angket

G. Pengolahan dan Analisis Data

1. Penskoran hasil tes pemahaman konsep mahasiswa dengan berpedoman pada standar penskoran yang telah ditetapkan. Untuk menguji kesahihan tes dilakukan uji coba instrumen. Data hasil uji coba instrumen dianalisis dengan menggunakan *software* program Anates 4.0.9.
2. Untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemahaman konsep mahasiswa ditinjau dari perbandingan nilai gain

yang dinormalisasi (*normalized gain*) yang diperoleh. Perhitungan nilai gain ternormalisasi dan pengklasifikasiannya menggunakan persamaan yang dirumuskan oleh R. R. Hake sebagai berikut:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}}$$

(Cheng, *et.al*, 2004)

Keterangan: S_{post} = skor tes akhir

S_{pre} = skor tes awal

S_{maks} = skor maksimum ideal

Tinggi rendahnya gain yang dinormalisasi diklasifikasikan seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3. Nilai Gain yang Dinormalisasi dan Klasifikasinya

Gain yang dinormalisasi	Klasifikasi
$g > 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g \leq 0,70$	Sedang
$g < 0,30$	Rendah

4. Uji hipotesis akan dilakukan dengan menggunakan teknik uji statistik yang cocok dengan distribusi data yang diperoleh. Pengolahan data dengan menggunakan program *SPSS for windows versi 19.0* dimana sebelum dilakukan uji hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data menggunakan *One Sample Kolmogorov-Smirnov Test*.

5. Persentase hasil angket sikap ilmiah mahasiswa terhadap fisika dan pembelajaran fisika menggunakan *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS) dilihat perbedaan rata-ratanya antara sebelum dan sesudah penerapan model pembelajaran berbasis fenomena.
6. Persentase hasil angket tanggapan mahasiswa dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Alternatif jawaban} = \frac{\text{Alternatif Jawaban}}{\text{Jumlah Sampel}} \times 100\%$$

Analisis tanggapan mahasiswa terhadap model pembelajaran berbasis fenomena dilakukan dengan melihat jawaban setiap mahasiswa terhadap pertanyaan-pertanyaan kuisioner yang diberikan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Umum

Data yang diperoleh selama pelaksanaan penelitian terdiri dari data:

1. Pemahaman konsep mahasiswa

Analisis data dilakukan terhadap semua data yang dikemukakan sebelum, selama dan sesudah pelaksanaan perkuliahan. Hasil pengolahan data disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian penjelasan.

2. Sikap ilmiah mahasiswa

Sikap ilmiah mahasiswa terhadap fisika dan pembelajaran fisika diukur menggunakan angket yang sudah terstandar dan berlaku internasional yaitu *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS). Sikap ilmiah ini meliputi aspek hubungan dengan dunia nyata; minat perseorangan; usaha menalar; koneksi konseptual; menerapkan konsep konseptual; memecahkan masalah secara umum; memecahkan masalah dengan percaya diri; memecahkan masalah dengan canggih.

Setiap mahasiswa diminta untuk menjawab suatu pernyataan dalam angket E-CLASS dengan pilihan jawaban menggunakan skala Likert. Setiap mahasiswa diminta untuk menjawab suatu pernyataan dengan pilihan jawaban Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Netral (N), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Angket E-CLASS diberikan kepada mahasiswa sebelum dan sesudah model pembelajaran berbasis fenomena diterapkan.

3. Tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena

Angket yang diberikan bertujuan untuk mengetahui sikap mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa. Angket tersebut terdiri dari 15 pernyataan diberikan kepada mahasiswa yang mengikuti pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis fenomena. Pilihan jawaban terhadap pernyataan mengenai penerapan model ini terdiri atas dua pilihan, ya dan tidak. Kategori skor tanggapan, jika memilih jawaban ya atas suatu pernyataan maka diberi skor satu dan jika memilih jawaban tidak maka diberi skor nol.

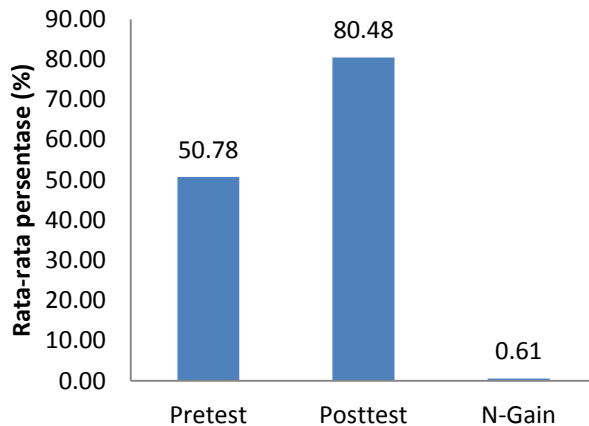
B. Hasil Penelitian

Data hasil penelitian dianalisis secara inferensial dan secara deskriptif. Data yang dianalisis secara inferensial adalah data tes pemahaman konsep mahasiswa, yang bertujuan untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena dan data yang dianalisis secara deskriptif adalah hasil angket mengenai sikap ilmiah mahasiswa terhadap fisika dan pembelajaran fisika dengan menggunakan instrumen E-CLASS serta tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa.

1. Pemahaman konsep mahasiswa

a. Deskripsi peningkatan pemahaman konsep

Persentase pencapaian rata-rata skor *pretest*, *posttest*, dan *gain* yang dinormalisasi (*N-gain*) pemahaman konsep mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 4.1.



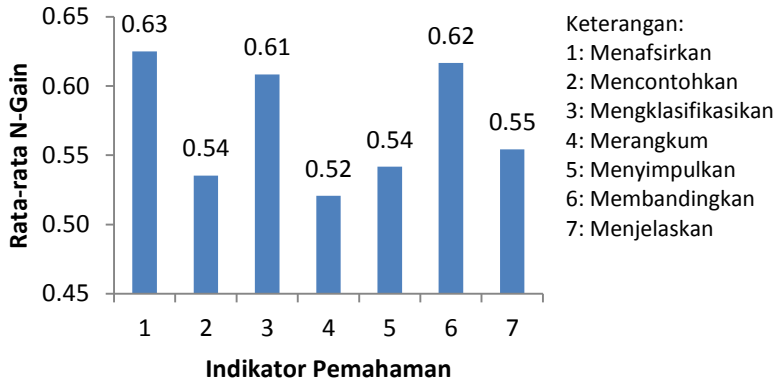
Gambar 4.1. Rata-rata Skor *Pretest*, *Posttest*, dan *N-gain* Pemahaman Konsep Mahasiswa

Berdasarkan Gambar 4.1 terlihat persentase rata-rata skor *pretest* sebesar 50,78%. Selanjutnya berdasarkan perolehan data rata-rata skor *posttest* diketahui bahwa rata-rata skor *posttest* sebesar 80,48% dan persentase rata-rata skor *N-gain* sebesar 61% (0,61).

b. Peningkatan pemahaman mahasiswa pada setiap indikator

Indikator pemahaman konsep yang dikaji dalam penelitian ini mengacu pada aspek pemahaman dari taksonomi Bloom yang direvisi yang terdiri dari: 1) menafsirkan, 2) mencontohkan, 3) mengklasifikasikan, 4) merangkum, 5) menyimpulkan, 6) membandingkan, 7)

menjelaskan. Pemahaman mahasiswa untuk masing-masing indikator ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2.
Rata-rata N-Gain Setiap Indikator Pemahaman

Berdasarkan Gambar 4.2 diperoleh rata-rata *gain* yang dinormalisasi terendah adalah pada indikator merangkul sebesar 0,52 dengan kategori sedang dan tertinggi pada indikator menafsirkan sebesar 0,63 dengan kategori sedang.

c. Pengujian statistik peningkatan pemahaman konsep mahasiswa

1) Uji normalitas data pemahaman konsep mahasiswa

Untuk melihat apakah data hasil *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep mahasiswa berdistribusi normal atau tidak dilakukan dengan menggunakan

uji Kolmogorov–Smirnov. Data berdistribusi normal atau tidak yaitu dengan cara membandingkan nilai probabilitas yang dihasilkan terhadap taraf nyata sebesar 0,05. Jika nilai probabilitas lebih besar daripada 0,05 maka data berdistribusi normal. Sebaliknya jika nilai probabilitas lebih kecil daripada 0,05 maka data tidak berdistribusi normal. Hasil uji normalitas skor *pretest* dan *posttest* peningkatan pemahaman konsep mahasiswa terlihat di Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil Uji Normalitas Skor *Pretest* dan *Posttest* Pemahaman Konsep Mahasiswa

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
N		40	40
Normal Parameters ^a	Mean	50.7750	80.4750
	Std. Deviation	1.00396E1	7.36585
Most Extreme Differences	Absolute	.084	.199
	Positive	.084	.113
	Negative	-.069	-.199
Kolmogorov-Smirnov Z		.531	1.260
Asymp. Sig. (2-tailed)		.941	.083

Data pada Tabel 4.1 menunjukkan nilai probabilitas (signifikansi) *pretest* pemahaman konsep mahasiswa sebesar 0.941 dan *posttest* sebesar 0.083. Oleh karena nilai probabilitas *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep

mahasiswa lebih besar dari 0.05 maka diperoleh kesimpulan data *pretest* dan *posttest* berdistribusi normal.

2) Uji hipotesis penguasaan konsep mahasiswa

Data *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep mahasiswa berdistribusi normal, maka pengujian perbedaan dua rata-rata dan pengujian hipotesis tentang penguasaan konsep dilakukan dengan uji statistik parametrik (uji-t dengan $\alpha = 0,05$) dengan menggunakan *Paired Samples Test*. Jika nilai probabilitas (signifikansi) berdasarkan hasil perhitungan uji-t lebih besar dari taraf nyata 0,05 maka H_0 diterima konsekuensinya H_1 ditolak. Sebaliknya, jika hasil perhitungan uji-t lebih kecil dari taraf nyata 0,05 maka H_0 ditolak konsekuensinya H_1 diterima. Hasil uji-t rata-rata *posttest* dan *pretest* pemahaman konsep mahasiswa terdapat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Analisis Uji-t Rata-rata *Posttest* dan *Pretest* Pemahaman Konsep Mahasiswa

Paired Samples Test								
	Paired Differences					T	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair <i>posttest</i> <i>pretest</i>	2.97000E1	7.84203	1.23993	27.19200	32.20800	23.953	39	.000

Berdasarkan Tabel 4.2 tersebut terlihat bahwa t hitung untuk *posttest-pretest* adalah 23,953 dengan nilai signifikansi sebesar 0,000. Oleh karena nilai signifikansi *posttest-pretest* pemahaman konsep mahasiswa sebesar 0,000 lebih kecil daripada taraf nyata 0,05 maka H_0 ditolak konsekuensinya H_1 diterima. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman konsep mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa.

2. Sikap ilmiah mahasiswa

Sikap ilmiah mahasiswa terhadap fisika dan pembelajaran fisika diukur menggunakan angket yang sudah terstandar dan berlaku internasional yaitu *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS). Sikap ilmiah ini meliputi aspek hubungan dengan dunia nyata; minat perseorangan; usaha menalar; koneksi konseptual; menerapkan konsep konseptual; memecahkan masalah secara umum; memecahkan masalah dengan percaya diri; memecahkan masalah dengan cangguh. Angket diberikan sebelum dan sesudah penerapan model pembelajaran berbasis fenomena untuk melihat sejauhmana perubahan sikap ilmiah mahasiswa setelah pembelajaran. Data tentang perubahan

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS (%)	TS (%)	N (%)	S (%)	SS (%)
<i>Aspect 1: Personal Application and Relation to Real World</i>						
1	Saya berpikir tentang fisika dalam pengalaman hidup sehari-hari.	0	8	12	48	32
2	Saya tidak merasa puas sampai saya dapat memahami mengapa sesuatu dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya.	0	4	12	20	64
3	Saya belajar fisika untuk mengkaji pengetahuan yang akan berguna bagi kehidupan saya di luar sekolah.	2	0	14	68	16
4	Saya suka menyelesaikan soal-soal fisika.	2	10	28	48	12
5	Belajar fisika merubah ide-ide saya tentang bagaimana bumi bekerja.	0	6	10	64	20
6	Kemampuan berpikir yang digunakan untuk memahami fisika dapat berguna dalam kehidupan keseharian saya.	2	6	8	52	32
7	Untuk memahami fisika, saya kadang berpikir tentang pengalaman personal saya dan menghubungkannya dengan topik yang sedang dianalisis.	2	2	20	60	16
<i>Aspect 2: Problem Solving and Learning</i>						

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS (%)	TS (%)	N (%)	S (%)	SS (%)
1	Setelah saya belajar topik fisika dan merasa paham, saya masih memiliki kesulitan menyelesaikan masalah dalam topik yang sama.	4	16	12	52	16
2	Jika saya tidak dapat mengingat persamaan tertentu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan soal dalam ujian, maka tidak ada lagi hal yang bisa saya lakukan.	8	30	28	28	6
3	Jika saya ingin menerapkan satu metode untuk menyelesaikan satu soal fisika dan soal lainnya, soal-soal harus memiliki situasi yang sama.	4	32	28	32	4
4	Saya biasanya dapat menemukan cara menyelesaikan soal-soal fisika.	2	10	36	36	16
5	Jika saya berkutat pada satu soal fisika, maka tidak ada kesempatan bagi saya untuk menemukan jawabannya sendiri.	2	24	36	24	14
<i>Aspect 3: Effort and Sense Making</i>						
1	Dalam menyelesaikan soal fisika, jika perhitungan saya menunjukkan hasil yang jauh berbeda dibandingkan hasil yang diharapkan, maka saya memilih tetap percaya terhadap perhitungan saya.	4	32	32	28	4

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS (%)	TS (%)	N (%)	S (%)	SS (%)
2	Dalam fisika, penting bagi saya untuk menalar suatu rumus sebelum saya bisa menggunakannya dengan benar.	6	26	44	16	8
3	Untuk belajar fisika, saya hanya perlu menghafal solusi pada contoh soal-soal.	2	34	28	28	8
4	Menghabiskan banyak waktu untuk memahami asal suatu rumus adalah usaha buang-buang waktu saja.	8	32	28	20	12
5	Subjek dalam fisika memiliki kaitan yang sedikit dengan pengalaman saya di dunia nyata.	10	34	32	20	4

Tabel 4.4. Sikap Ilmiah Mahasiswa Setelah Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS (%)	TS (%)	N (%)	S (%)	SS (%)
<i>Aspect 1: Personal Application and Relation to Real World</i>						
1	Saya berpikir tentang fisika dalam pengalaman hidup sehari-hari.	0	4	10	52	34
2	Saya tidak merasa puas sampai saya dapat memahami mengapa sesuatu dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya.	0	2	14	20	64
3	Saya belajar fisika untuk	0	0	12	70	18

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS (%)	TS (%)	N (%)	S (%)	SS (%)
	mengkaji pengetahuan yang akan berguna bagi kehidupan saya di luar sekolah.					
4	Saya suka menyelesaikan soal-soal fisika.	0	2	28	58	12
5	Belajar fisika merubah ide-ide saya tentang bagaimana bumi bekerja.	0	2	12	64	22
6	Kemampuan berpikir yang digunakan untuk memahami fisika dapat berguna dalam kehidupan keseharian saya.	0	4	8	56	32
7	Untuk memahami fisika, saya kadang berpikir tentang pengalaman personal saya dan menghubungkannya dengan topik yang sedang dianalisis.	0	2	20	60	18
<i>Aspect 2: Problem Solving and Learning</i>						
1	Setelah saya belajar topik fisika dan merasa paham, saya masih memiliki kesulitan menyelesaikan masalah dalam topik yang sama.	18	60	20	2	0
2	Jika saya tidak dapat mengingat persamaan tertentu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan soal dalam ujian, maka tidak ada lagi hal yang bisa saya lakukan.	10	56	24	6	4

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS (%)	TS (%)	N (%)	S (%)	SS (%)
3	Jika saya ingin menerapkan satu metode untuk menyelesaikan satu soal fisika dan soal lainnya, soal-soal harus memiliki situasi yang sama.	22	54	20	2	2
4	Saya biasanya dapat menemukan cara menyelesaikan soal-soal fisika.	2	4	18	58	18
5	Jika saya berkuat pada satu soal fisika, maka tidak ada kesempatan bagi saya untuk menemukan jawabannya sendiri.	20	50	22	6	2
<i>Aspect: Effort and Sense Making</i>						
1	Dalam menyelesaikan soal fisika, jika perhitungan saya menunjukkan hasil yang jauh berbeda dibandingkan hasil yang diharapkan, maka saya memilih tetap percaya terhadap perhitungan saya.	4	52	24	18	2
2	Dalam fisika, penting bagi saya untuk menalar suatu rumus sebelum saya bisa menggunakannya dengan benar.	2	4	24	48	22
3	Untuk belajar fisika, saya hanya perlu menghafal solusi pada contoh soal-soal.	22	44	26	6	2
4	Menghabiskan banyak waktu untuk memahami asal	20	54	18	6	2

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		STS (%)	TS (%)	N (%)	S (%)	SS (%)
	suatu rumus adalah usaha buang-buang waktu saja.					
5	Subjek dalam fisika memiliki kaitan yang sedikit dengan pengalaman saya di dunia nyata.	2	4	28	46	20

Berdasarkan Tabel 4.3 dan Tabel 4.4 terlihat bahwa setelah penerapan model pembelajaran berbasis fenomena terjadi perubahan sikap ilmiah mahasiswa menjadi lebih positif dalam menjawab pernyataan dalam angket.

3. Tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena

Hasil tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5. Tanggapan Mahasiswa terhadap Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena

No	Indikator	Persentase jawaban (%)	
		Ya	Tidak
1	Membantu meningkatkan pemahaman konsep	97,5	2,5
2	Membantu menyusun pengetahuan sendiri	95,0	5,0
3	Meningkatkan motivasi belajar	95,0	5,0
4	Meningkatkan kemampuan memecahkan masalah	97,5	2,5

No	Indikator	Persentase jawaban (%)	
		Ya	Tidak
5	Meningkatkan kemampuan memahami fenomena alam yang terjadi	97,5	2,5
6	Mengembangkan kemandirian dan percaya diri	97,5	2,5
7	Meningkatkan keterampilan berpikir tingkat lebih tinggi	95,0	5,0
8	Mengubah persepsi terhadap mata kuliah Fisika khususnya IPBA	92,5	7,5
9	Mengembangkan sikap berpikir ilmiah	97,5	2,5
10	Meningkatkan kemampuan menganalisis terjadinya suatu fenomena	97,5	2,5
11	Meningkatkan kemampuan membuat hipotesis dan kesimpulan	92,5	7,5
12	Menuntun menemukan jawaban dari masalah yang dihadapi	95,0	5,0
13	Meningkatkan kemampuan mengaplikasikan konsep	95,0	5,0
14	Menunjukkan metode pembelajaran yang baru	95,0	5,0
15	Menumbuhkan rasa senang dan dapat digunakan pada materi yang lain	95,0	5,0
Rata-rata		95,67	4,33

Berdasarkan Tabel 4.5. tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena untuk aspek meningkatkan pemahaman konsep, meningkatkan kemampuan memecahkan masalah, meningkatkan kemampuan memahami fenomena alam yang terjadi,

mengembangkan kemandirian dan percaya diri, mengembangkan sikap berpikir ilmiah, dan meningkatkan kemampuan menganalisis terjadinya suatu fenomena menunjukkan hasil 97,5%. Tanggapan mahasiswa terendah pada indikator mengubah persepsi terhadap mata kuliah fisika khususnya IPBA dan meningkatkan kemampuan membuat hipotesis dan kesimpulan yaitu 92,5%.

C. Pembahasan

Pada bagian ini dibahas tentang peningkatan penguasaan konsep mahasiswa dan tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena, berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bagian sebelumnya.

1. Pemahaman konsep mahasiswa

Berdasarkan hasil analisis data skor *pretest* pemahaman konsep diketahui bahwa rata-rata tingkat pemahaman konsep Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa mahasiswa termasuk rendah sebelum penerapan model pembelajaran. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa mahasiswa memiliki kemampuan awal yang rendah meskipun konsep IPBA ini telah didapatkan mahasiswa sejak tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA).

Setelah dilakukan pembelajaran dengan model pembelajaran berbasis fenomena, selanjutnya diberikan *posttest* untuk mengetahui perubahan pemahaman konsep mahasiswa. Kemudian dilakukan analisis terhadap data *gain* yang dinormalisasi. Berdasarkan analisis tersebut, diperoleh hasil bahwa kemampuan pemahaman konsep mahasiswa mengalami peningkatan berkategori sedang setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena.

Perolehan skor *gain* yang dinormalisasi yang sedang disebabkan karena model pembelajaran berbasis fenomena dikembangkan atau diadopsi dari model pembelajaran berbasis masalah yang mempunyai karakteristik seperti *student centered*, guru sebagai fasilitator, sistem kolaboratif dan proses kontruksi pengetahuan oleh siswa. Model pembelajaran ini diawali dengan pengamatan fenomena dan diakhiri dengan analisis dan menjelaskan fenomena fisika. Model ini memberi peluang bagi mahasiswa untuk lebih leluasa dalam belajar secara mandiri, meningkatkan rasa keingintahuan mengenai suatu hal, menemukan sendiri suatu konsep melalui percobaan, meningkatkan kemampuan dalam menyelesaikan permasalahan, dan memberikan motivasi yang lebih tinggi.

Hal tersebut sejalan dengan pandangan yang dikemukakan oleh Semiawan (1989) bahwa pembelajaran berbasis masalah memiliki karakteristik *student center*, pembelajaran difokuskan pada penanaman konsep terlebih dahulu di awal pembelajaran. Siswa diorientasikan pada fenomena fisis yang sering terjadi di alam maupun pada produk teknologi melalui kegiatan demonstrasi atau praktikum. Anak-anak akan lebih mudah memahami konsep-konsep yang rumit dan abstrak jika disertai contoh-contoh konkrit, contoh-contoh yang wajar sesuai dengan situasi dan kondisi yang dihadapi dengan mempraktikkan sendiri upaya penemuan konsep melalui perlakuan terhadap kenyataan fisik, melalui perlakuan fisik dan penanganan benda yang benar-benar nyata.

Peningkatan pemahaman konsep mahasiswa pada indikator menafsirkan termasuk kategori tertinggi. Hal ini dikarenakan pada indikator tersebut mahasiswa telah terbiasa untuk mempelajari dan menafsirkan berbagai fenomena alam yang terjadi yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Peningkatan pada indikator ini termasuk kategori sedang. Peningkatan terendah pada indikator merangkum. Hal ini dikarenakan pada indikator ini

mahasiswa merasa kesulitan untuk merangkum konsep penting yang berkaitan dengan fenomena alam yang terjadi.

Hasil pengujian hipotesis menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis fenomena secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman konsep mahasiswa. Model pembelajaran berbasis fenomena yang diterapkan melibatkan mahasiswa untuk dilatih kemampuannya dalam merumuskan hipotesis melalui kegiatan percobaan dan pengamatan secara langsung yang menjadi dasar dari kekuatan sains. Selain itu, mahasiswa dilatih melalui pengalaman tidak langsung untuk menafsirkan data yang dihasilkan untuk membuat kesimpulan guna membuktikan hipotesis yang dibuatnya. Berdasarkan pengalaman tidak langsung ini akan membimbing siswa untuk belajar berfikir hipotesis deduktif (Liliasari, 2005), sehingga setelah melalui proses pembelajaran ini mahasiswa dapat memahami konsep yang dipelajarinya.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Solihat (2010) yang menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis fenomena secara signifikan dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Hal tersebut juga didukung hasil penelitian Yudiana (2009) bahwa penerapan model pembelajaran berbasis fenomena secara signifikan dapat

lebih efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi fluida dibandingkan dengan penerapan model pembelajaran tradisional. Beberapa hasil penelitian tersebut memperkuat penelitian sebelumnya yang dilakukan Baharudin (1982) yang menyimpulkan peranan dasar intelektual sikap dan pemahaman dalam fisika dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam membangun model mental.

Berdasarkan hasil yang diperoleh di atas dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan penguasaan konsep mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antarksa. Hal ini terdapat keterkaitan dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran berbasis fenomena dapat meningkatkan keterampilan proses sains siswa pada materi pokok fluida statis (Badriah, 2012). Begitu pula penelitian yang dilakukan Yunansah (2010) yang menunjukkan penerapan model pembelajaran berbasis fenomena dapat lebih meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan proses sains siswa dibandingkan model konvensional pada materi fluida statis.

2. Sikap ilmiah mahasiswa

Berdasarkan jawaban yang diberikan mahasiswa terhadap angket *The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics* (E-CLASS) diperoleh hasil bahwa sikap ilmiah mahasiswa terhadap fisika dan pembelajaran fisika mengalami perubahan ke arah positif antara sebelum dan setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena.

Mahasiswa secara umum menunjukkan sikap ilmiah yang positif dan berkesesuaian dengan pendapat para peneliti yang sebelumnya telah diuji menggunakan instrumen E-CLASS.

Dalam pembelajaran fisika, ada empat komponen utama yang harus dicapai oleh siswa. Keempat komponen tersebut yaitu pemahaman, keterampilan, kemampuan, dan sikap ilmiah. Diharapkan, ketika semua komponen tersebut dikuasai oleh siswa, dapat memberi manfaat pada siswa untuk menambah wawasan, meningkatkan pola pikir dan sikap para siswa untuk bekal di masyarakat dan melanjutkan di pendidikan yang lebih tinggi.

Sikap pribadi dan keyakinan terhadap pembelajaran dapat mempengaruhi cara pendekatan siswa dalam mempelajari subjek; sebagai hasilnya, evaluasi sikap dan bagaimana perubahan tersebut dari waktu ke waktu menjadi makin

umum ditemui (Slaughter, Bates, Galloway, 2011). Agar siswa dapat mengembangkan penelitian, mempertanyakan, berpikir kritis, pemecahan masalah, dan keterampilan pengambilan keputusan, sehingga mereka menjadi individu yang belajar sepanjang hidup, mereka harus ditingkatkan mengenai pengetahuan, pemahaman dan sikap terhadap sains. Azwar (2007) menyimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan sikap adalah pengalaman pribadi, kebudayaan, orang lain yang dianggap penting, media massa, institusi atau lembaga pendidikan dan lembaga agama, serta faktor emosi dalam diri individu.

3. Tanggapan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena

Berdasarkan sebaran angket yang diberikan kepada mahasiswa, diketahui bahwa umumnya mahasiswa menyatakan ya (persetujuan) pada setiap pernyataan yang terdapat pada angket. Secara umum, mahasiswa merespon positif perkuliahan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa (IPBA) yang dibatasi pada materi litosfer, hidrosfer, atmosfer dan bencana alam.

Hal ini ditunjukkan dari ketertarikan mahasiswa terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena yang dapat

meningkatkan motivasi mahasiswa dalam belajar. Mahasiswa memiliki antusias dan semangat yang tinggi terhadap pembelajaran yang dikembangkan serta berharap dapat diterapkan pada materi yang lain.

Selain itu, penerapan model pembelajaran ini dapat mengubah persepsi mahasiswa terhadap Fisika khususnya IPBA dari mata kuliah yang sulit dan membosankan menjadi mata kuliah yang mengasyikkan. Meskipun demikian, beberapa mahasiswa tetap menyatakan motivasi belajarnya tidak meningkat dan fisika merupakan mata kuliah yang sulit walaupun model pembelajaran yang digunakan merupakan inovasi baru.

Mahasiswa menyatakan bahwa model pembelajaran berbasis fenomena dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep, meningkatkan kemampuan memecahkan masalah, meningkatkan kemampuan memahami fenomena alam yang terjadi, mengembangkan kemandirian dan percaya diri, mengembangkan sikap berpikir ilmiah, dan meningkatkan kemampuan menganalisis terjadinya suatu fenomena.

Berdasarkan hasil angket mahasiswa menyatakan persepsi positif terhadap Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) yang digunakan dalam pembelajaran. Menurut mahasiswa LKM

yang digunakan dapat mengembangkan sikap berpikir ilmiah, meningkatkan kemampuan memberi alasan, meningkatkan kemampuan membuat hipotesis dan kesimpulan, dan menuntun menemukan jawaban dari masalah yang dihadapi.

Tanggapan baik yang dikemukakan oleh mahasiswa sesuai dengan apa yang diungkapkan oleh Arends (1997, dalam Trianto, 2007), pembelajaran berdasarkan masalah merupakan suatu pendekatan pembelajaran dimana siswa mengerjakan permasalahan yang otentik dengan maksud untuk menyusun pengetahuan mereka sendiri, mengembangkan inkuiri dan keterampilan berpikir tingkat lebih tinggi, mengembangkan kemandirian dan percaya diri.

Hal ini sesuai juga dengan apa yang diutarakan Adisyahputra, Ernawati, dan Zachrias (1992) yang menyatakan eksperimen dapat membuat siswa lebih percaya atas kebenaran atau kesimpulan berdasarkan percobaannya sendiri daripada hanya menerima dari guru atau dari buku saja; dapat mengembangkan sikap untuk mengadakan studi eksplorasi tentang IPA dan teknologi; siswa terhindar dari *verbalisme*; memperkaya pengalaman siswa akan hal-hal yang bersifat objektif dan realistik; mengembangkan sikap berpikir ilmiah.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang model pembelajaran berbasis fenomena untuk meningkatkan pemahaman konsep dan sikap ilmiah mahasiswa pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat peningkatan pemahaman konsep mahasiswa setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa diperoleh rata-rata nilai N-gain sebesar 0,61 secara keseluruhan termasuk kategori sedang.
2. Sikap ilmiah mahasiswa mengalami peningkatan ke arah yang positif setelah diterapkan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa.
3. Mahasiswa memberikan tanggapan yang positif terhadap penerapan model pembelajaran berbasis fenomena pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang model pembelajaran berbasis fenomena untuk meningkatkan pemahaman konsep dan sikap ilmiah mahasiswa pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi Antariksa, peneliti menyarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Peningkatan pemahaman konsep mahasiswa dapat lebih ditingkatkan dengan cara mengaitkan dan memadukan ayat Kauniah dengan Qur'aniah serta membiasakan mengaplikasikan konsep untuk memahami fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.
2. Sikap ilmiah mahasiswa dapat ditingkatkan dengan memberikan sauri tauladan yang baik dari dosen agar dapat mengubah pandangan dan sikap ilmiah mahasiswa ke arah yang lebih baik.
3. Pelaksanaan pembelajaran dengan model berbasis fenomena agar dapat berlangsung sesuai harapan, sebaiknya disediakan sarana dan prasarana yang memadai dan menyediakan media pembelajaran yang dapat menggambarkan berbagai fenomena yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisyahputra, M.S, Ernawati, dan Zachrias A.H. (1992). *Strategi Belajar Mengajar IPA*. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Anderson, et al. (2010). *Pembelajaran Pengajaran dan Asesmen*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Azwar, S. (2007). *Sikap Manusia Teori dan Pengukurannya*. Edisi 2, Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Badriah, Tsanaul Ai. (2012). *Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa pada Materi Pokok Fluida Statis*. Skripsi UIN SGD Bandung: Tidak Diterbitkan.
- Baharudin. (1982). *Peranan Dasar Intelektual Sikap dan Pemahaman dalam Fisika terhadap Kemampuan Siswa di Sulawesi Selatan Membangun Model Mental*. Disertasi Doktor FPS IKIP Bandung: Tidak diterbitkan.
- Cheng, K.K., et.al. (2004). "Using Online Homework System Enhances Students' Learning of Physics Concepts in an Introductory Physics Course". *American Journal of Physics*. 72, (11), 1447-1453.
- Dayakisni, Tri dan Hudaniah. (2003). *Psikologi Sosial*. Malang: UMM Press.
- Dahar, R.W. (2003). *Teori-teori Belajar*. Jakarta: Depdikbud Dirjen Dikti P2LPTK.

- Damayanti, Fitri. 2012. *Model Pembelajaran Assurance, Relevance, Interest, Assessment, dan Satisfaction (Arias) untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa pada Materi Fluida Statis (Penelitian Quasi Eksperimen di SMAN 1 Cikarang Barat kelas XI)*. Bandung: Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati. Tidak diterbitkan.
- Dirdjosoemarto, Soendjojo. (2001). *Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Fraenkel, J. R. & Wallen, N. E. (2007). *How to Design and Evaluate Research in Education (Sixth ed)*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Kaya, H., Boyuk, U. (2011). Attitude towards physics lessons and physicals experiments of the high school students. *European J of Physics Education*. Vol. 2 No. 1 ISSN 1309 7202.
- Mulyono, Agus, dkk. (2006). *Fisika dan Al-Qur'an*. Malang: UIN Malang.
- Liliasari. (2005). *Membangun Keterampilan Berpikir Manusia Indonesia Melalui Pendidikan Sains*. Naskah Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Pendidikan IPA pada Fakultas PMIPA UPI Bandung.
- Rachman, Arief. 2013. *Penerapan Metode Pemelajaran Kooperatif Tipe Teams Games Tournament Berbasis Permainan Kuis Jeopardy Dan Talking Stick Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fisika Siswa SMP*. Skripsi. FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia (UPI): Tidak diterbitkan.

- Semiawan, C. (1989). *Pendekatan Keterampilan Proses Sains*. Jakarta: PT Gramedia.
- Setiawan, A. (2006). *Pemanfaatan Teknologi Komputer untuk Pembelajaran Fisika Abad ke-21*. UPI-UPSI Joint Internasional Seminar. UPI 8-9 Agustus 2006.
- Slaughter, K., Bates, S dan Galloway, R. (2010). The changes in attitudes and beliefs of first year physics undergraduates: a study using the CLASS survey. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*. 19 (1).
- Sutikno. (2008). *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Prospect.
- Solihat, N. (2010). *Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa*. Skripsi UPI: Tidak diterbitkan.
- Tjasyono HK., Bayong. (2009). *Ilmu Kebumihan dan Antariksa*. Bandung: Penerbit Rosda Karya.
- Trianto. (2007). *Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivistik*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Tanudidjaja, Ma'mur. (1996). *Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa*. Jakarta: Pusat Perbukuan Depdisbud.
- Wells, Hestenes dan Swackhamer. (1995). *A Modeling Method for high school physics instruction*. Am. J. Phys. No. 63 Vol. 7 pp. 606-619. [Online] Tersedia: http://modeling.asu.edu/R&E/ModelingMethod-Physics_1995.pdf (21 Desember 2011).

- Yudiana, H. (2009). *Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena sebagai Peningkatan Keterampilan Proses Sains*. Skripsi UPI: Tidak diterbitkan.
- Yunansyah, Hana. (2010). *Perbandingan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena dan Pembelajaran Konvensional untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Fluida Statis dan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Kelas XI*. Tesis UPI: Tidak diterbitkan.

Lampiran I

Soal Pemahaman Konsep Mahasiswa

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar.

1. Jelaskan kesalahan analisis bencana banjir yang disebabkan oleh penakar hujan.
2. Berikan tiga contoh klasifikasi nomenklatur lapisan-lapisan atmosfer berdasarkan pendapat para ahli. Jelaskan.
3. Menurut teori tektonik lempeng, lempeng terpecah menjadi potongan lempeng sebagai berikut:

Lempeng Eurasia, Arab, Iran, Australia, Pasifik, Filipina, Afrika, Amerika Utara, Cocos, Amerika Selatan, Antartika, Nazca.

Manakah diantara lempeng-lempeng di atas yang termasuk ke dalam kategori lempeng utama dan lempeng kecil.

4. Salinitas permukaan lokal bergantung pada proses yang terjadi di dalam samudra. Penguapan dan pembekuan es cenderung menaikkan salinitas, tetapi curah hujan, limpasan dan peleburan es cenderung menurunkan salinitas. Pencampuran massa air permukaan dengan massa air lain yang berbeda begitu pula dengan unsur iklim (curah hujan penguapan) berubah dengan musim mempengaruhi salinitas. Berdasarkan pemaparan tersebut rangkumlah faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi salinitas?

5. Pada waktu cerah partikel udara sangat kecil atau $D_{\text{partikel}} \ll \lambda_{\text{radiasi}}$, sehingga terjadi hamburan. Seperti yang kita ketahui, radiasi yang panjang gelombangnya lebih pendek akan lebih dihamburkan daripada radiasi dengan panjang gelombang yang lebih panjang. Dalam radiasi tampak, warna biru lebih banyak dihamburkan daripada warna hijau dan merah. Kesimpulan apa yang diperoleh dari fenomena tersebut.
6. Jika kita mempunyai dua mobil yang bentuk dan jendelanya sama, kemudian diparkir pada siang hari bersamaan, dan mobil yang satu dibuka kaca jendelanya sementara yang lain ditutup, mobil mana yang lebih panas, jelaskan.
7. Mengapa di daerah sekitar ekuator jarang terjadi siklon tropis?

Lampiran II

The Colorado Learning Attitudes About Science Survey for Experimental Physics (E-CLASS)

Petunjuk :

1. Terdapat 17 pernyataan dalam angket berikut. Pilihlah pernyataan yang anda anggap paling sesuai dengan memberikan tanda silang (X) pada kotak pilihannya.
2. Terdapat 5 pilihan jawaban yaitu: 1. Sangat tidak setuju, 2. Tidak setuju, 3. Netral, 4. Setuju, 5. Sangat setuju
3. Data yang diperoleh dari angket ini hanya ditujukan untuk keperluan penelitian semata dan jawaban yang anda berikan tidak berkaitan dengan nilai.

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		1	2	3	4	5
Factor 1: Personal Application and Relation to Real World						
1	Saya berpikir tentang fisika dalam pengalaman hidup sehari-hari.					
2	Saya tidak merasa puas sampai saya dapat memahami mengapa sesuatu dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya.					
3	Saya belajar fisika untuk mengkaji pengetahuan yang akan berguna bagi kehidupan saya di luar sekolah.					
4	Saya suka menyelesaikan soal-soal fisika.					
5	Belajar fisika merubah ide-ide saya tentang bagaimana bumi bekerja.					
6	Kemampuan berpikir yang digunakan untuk memahami fisika dapat berguna dalam kehidupan keseharian saya.					
7	Untuk memahami fisika, saya kadang berpikir tentang pengalaman personal saya dan menghubungkannya dengan topik yang sedang dianalisis.					
Factor 2: Problem Solving and Learning						
1	Setelah saya belajar topik fisika dan					

No	Pernyataan	Pilihan Jawaban				
		1	2	3	4	5
	merasa paham, saya masih memiliki kesulitan menyelesaikan masalah dalam topik yang sama.					
2	Jika saya tidak dapat mengingat persamaan tertentu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan soal dalam ujian, maka tidak ada lagi hal yang bisa saya lakukan.					
3	Jika saya ingin menerapkan satu metode untuk menyelesaikan satu soal fisika dan soal lainnya, soal-soal harus memiliki situasi yang sama.					
4	Saya biasanya dapat menemukan cara menyelesaikan soal-soal fisika.					
5	Jika saya berkuat pada satu soal fisika, maka tidak ada kesempatan bagi saya untuk menemukan jawabannya sendiri.					
<i>Factor 3: Effort and Sense Making</i>						
1	Dalam menyelesaikan soal fisika, jika perhitungan saya menunjukkan hasil yang jauh berbeda dibandingkan hasil yang diharapkan, maka saya memilih tetap percaya terhadap perhitungan saya.					
2	Dalam fisika, penting bagi saya untuk menalar suatu rumus sebelum saya bisa menggunakannya dengan benar.					
3	Untuk belajar fisika, saya hanya perlu menghafal solusi pada contoh soal-soal.					
4	Menghabiskan banyak waktu untuk memahami asal suatu rumus adalah usaha buang-buang waktu saja.					
5	Subjek dalam fisika memiliki kaitan yang sedikit dengan pengalaman saya di dunia nyata.					

Lampiran III

Angket Tanggapan Mahasiswa terhadap Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Fenomena

Petunjuk :

1. Terdapat 15 pernyataan dalam angket berikut. Pilihlah pernyataan yang anda anggap paling sesuai dengan memberikan tanda silang (X) pada kotak pilihannya.
2. Terdapat dua pilihan jawaban yaitu: Ya dan Tidak
3. Data yang diperoleh dari angket ini hanya ditujukan untuk keperluan penelitian semata dan jawaban yang anda berikan tidak berkaitan dengan nilai.

No	Indikator	Persentase jawaban (%)	
		Ya	Tidak
1	Membantu meningkatkan pemahaman konsep		
2	Membantu menyusun pengetahuan sendiri		
3	Meningkatkan motivasi belajar		
4	Meningkatkan kemampuan memecahkan masalah		
5	Meningkatkan kemampuan memahami fenomena alam yang terjadi		
6	Mengembangkan kemandirian dan percaya diri		
7	Meningkatkan keterampilan berpikir tingkat lebih tinggi		
8	Mengubah persepsi terhadap mata kuliah Fisika khususnya IPBA		
9	Mengembangkan sikap berpikir ilmiah		
10	Meningkatkan kemampuan menganalisis terjadinya suatu fenomena		

No	Indikator	Persentase jawaban (%)	
		Ya	Tidak
11	Meningkatkan kemampuan membuat hipotesis dan kesimpulan		
12	Menuntun menemukan jawaban dari masalah yang dihadapi		
13	Meningkatkan kemampuan mengaplikasikan konsep		
14	Menunjukkan metode pembelajaran yang baru		
15	Menumbuhkan rasa senang dan dapat digunakan pada materi yang lain		

Lampiran IV

Data *Pretest*, *Posttest*, dan *N-gain* Pemahaman Konsep Mahasiswa

No	Subjek	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>N-gain</i>
1	A	54	87	0,72
2	B	60	74	0,35
3	C	63	80	0,46
4	D	60	82	0,55
5	E	37	80	0,68
6	F	54	87	0,72
7	G	46	85	0,72
8	H	53	83	0,64
9	I	58	87	0,69
10	J	23	60	0,48
11	K	64	87	0,64
12	L	59	85	0,63
13	M	59	87	0,68
14	N	40	78	0,63
15	O	47	76	0,55
16	P	65	85	0,57
17	Q	67	90	0,70
18	R	65	87	0,63
19	S	46	85	0,72
20	T	68	90	0,69
21	U	64	83	0,53
22	V	50	80	0,60

No	Subjek	Pretest	Posttest	N-gain
23	w	49	85	0,71
24	x	45	67	0,40
25	y	40	60	0,33
26	z	44	80	0,64
27	aa	54	88	0,74
28	ab	48	68	0,38
29	ac	45	76	0,56
30	ad	40	80	0,67
31	ae	37	81	0,70
32	af	52	83	0,65
33	ag	48	68	0,38
34	ah	57	85	0,65
35	ai	52	81	0,60
36	aj	43	81	0,67
37	ak	47	80	0,62
38	al	47	85	0,72
39	am	36	75	0,61
40	an	45	78	0,60
Jumlah		2031	3219	24,22
Skor maksimum		68	90	0,74
Skor minimum		23	60	0,33
Skor rata-rata		50,78	80,48	0,61
Simpangan baku		10,04	7,37	0,11

Lampiran V

Data Pretest, Posttest, dan N-gain Setiap Indikator Pemahaman Konsep

No	NAMA SUBJEK	Indikator 1			Indikator 2			Indikator 3			Indikator 4			Indikator 5			Indikator 6			Indikator 7		
		PRETEST	POSTTEST	N_Gain	PRETEST	POSTTEST	N_Gain	PRETEST	POSTTEST	N_Gain	PRETEST	POSTTEST	N_Gain	PRETEST	POSTTEST	N_Gain	PRETEST	POSTTEST	N_Gain	PRETEST	POSTTEST	N_Gain
1	A	2	3	0,50	3	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50
2	B	2	3	0,50	3	3	0,00	2	3	0,50	2	3	0,50	3	3	0,00	2	3	0,50	3	3	0,00
3	C	3	3	0,00	2	4	1,00	3	3	0,00	3	3	0,00	2	3	0,50	2	3	0,50	3	3	0,00
4	D	2	3	0,50	3	3	0,00	2	4	1,00	3	3	0,00	2	3	0,50	3	4	1,00	2	3	0,50
5	E	1	3	0,67	2	3	0,50	1	3	0,67	1	4	1,00	2	3	0,50	1	3	0,67	2	3	0,50
6	F	2	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	2	3	0,50	2	4	1,00	3	3	0,00
7	G	3	3	0,00	2	4	1,00	2	3	0,50	1	3	0,67	2	4	1,00	2	3	0,50	1	4	1,00
8	H	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	3	4	1,00	2	4	1,00
9	i	3	4	1,00	2	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	2	3	0,50	3	3	0,00
10	j	1	2	0,33	0	3	0,75	1	2	0,33	1	2	0,33	1	3	0,67	1	3	0,67	1	2	0,33
11	k	2	3	0,50	3	4	1,00	2	3	0,50	3	3	0,00	3	4	1,00	2	4	1,00	3	3	0,00

12	l	2	3	0,50	3	3	0,00	2	4	1,00	3	3	0,00	2	4	1,00	3	3	0,00	2	4	1,00
13	m	2	3	0,50	3	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00	3	3	0,00	2	4	1,00	3	3	0,00
14	n	1	3	0,67	2	3	0,50	1	3	0,67	2	3	0,50	2	4	1,00	1	3	0,67	2	3	0,50
15	o	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	1	3	0,67
16	p	2	4	1,00	3	3	0,00	2	3	0,50	3	3	0,00	2	4	1,00	3	3	0,00	3	4	1,00
17	q	3	4	1,00	3	3	0,00	3	3	0,00	3	4	1,00	3	3	0,00	2	4	1,00	2	4	1,00
18	r	2	3	0,50	3	3	0,00	3	4	1,00	2	3	0,50	3	3	0,00	3	4	1,00	2	4	1,00
19	s	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	4	1,00	1	4	1,00
20	t	3	4	1,00	3	3	0,00	3	4	1,00	3	3	0,00	2	4	1,00	3	4	1,00	2	3	0,50
21	u	2	3	0,50	3	4	1,00	2	4	1,00	3	3	0,00	3	3	0,00	2	3	0,50	3	3	0,00
22	v	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50
23	w	2	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	2	3	0,50
24	x	2	3	0,50	2	3	0,50	2	2	0,00	1	2	0,33	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50
25	y	2	2	0,00	1	2	0,33	2	3	0,50	1	2	0,33	1	2	0,33	2	3	0,50	2	3	0,50
26	z	1	4	1,00	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	1	3	0,67
27	aa	2	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	3	3	0,00	2	4	1,00	2	4	1,00
28	ab	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	2	0,00	2	3	0,50	2	2	0,00	1	3	0,67

29	ac	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	1	3	0,67	2	3	0,50
30	ad	1	3	0,67	1	3	0,67	2	4	1,00	2	3	0,50	1	3	0,67	2	3	0,50	2	3	0,50
31	ae	2	3	0,50	1	3	0,67	2	4	1,00	1	3	0,67	1	3	0,67	2	4	1,00	1	3	0,67
32	af	2	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00	2	4	1,00	2	3	0,50	2	2	0,00	3	3	0,00
33	ag	2	3	0,50	1	2	0,33	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	2	0,00	2	3	0,50
34	ah	2	4	1,00	2	3	0,50	2	3	0,50	3	4	1,00	2	3	0,50	2	3	0,50	3	4	1,00
35	ai	2	4	1,00	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	3	3	0,00	2	4	1,00	2	3	0,50
36	aj	1	3	0,67	2	3	0,50	2	3	0,50	1	3	0,67	2	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00
37	ak	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	1	3	0,67	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50
38	al	2	4	1,00	2	3	0,50	1	3	0,67	2	3	0,50	2	4	1,00	2	3	0,50	2	4	1,00
39	am	2	3	0,50	1	3	0,67	2	3	0,50	1	3	0,67	1	3	0,67	2	3	0,50	1	3	0,67
40	an	2	3	0,50	2	3	0,50	2	3	0,50	2	4	1,00	1	3	0,67	2	3	0,50	2	3	0,50
Jumlah		79	130	25	84	127	21,42	80	129	24,33	80	125	20,83	82	128	21,67	82	130	24,67	82	130	22,17
Skor maksimum		3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1	3	4	1
Skor minimum		1	2	0	0	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0
Skor rata-rata		1,97	3,25	0,625	2,1	3,175	0,535	2	3,25	0,608	2	3,125	0,521	2,05	3,2	0,542	2,05	3,25	0,617	2,05	3,25	0,554
Persentase rata-rata		49,38	81,25	15,63	52,5	79,38	13,39	50	80,63	15,21	50	78,13	13,02	51,25	80	13,54	51,25	81,25	15,42	51,25	81,25	13,85

Lampiran VI

Uji Normalitas Pemahaman Konsep Mahasiswa

Descriptive Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Minimum	Maximum
Pretest	40	50.7750	10.03963	23.00	68.00
Posttest	40	80.4750	7.36585	60.00	90.00

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Pretest	Posttest
N		40	40
Normal Parameters ^a	Mean	50.7750	80.4750
	Std. Deviation	1.00396E1	7.36585
Most Extreme Differences	Absolute	.084	.199
	Positive	.084	.113
	Negative	-.069	-.199
Kolmogorov-Smirnov Z		.531	1.260
Asymp. Sig. (2-tailed)		.941	.083
a. Test distribution is Normal.			

Lampiran VII

Uji T Peningkatan Pemahaman Konsep Mahasiswa

Paired Samples Statistics

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair Posttest	80.4750	40	7.36585	1.16464
Pretest	50.7750	40	10.03963	1.58741

Paired Samples Test

	Paired Differences					T	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair <i>posttest</i> <i>pretest</i>	2.97000E1	7.84203	1.23993	27.19200	32.20800	23.953	39	.000